

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Metodika renovace spalovacího motoru
Methology of Internal Combustion Engine
Renovation

Student: Zdeněk Bukal

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Dresler

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Zdeněk Bukal**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Metodika renovace spalovacího motoru**
Methodology of Internal Combustion Engine Renovation

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Definice cílů práce:

Cílem práce je vytvořit metodiku renovace historického spalovacího motoru a její aplikace na motor VAZ 2101.

1. Úvod
2. Teoretický rozbor řešené problematiky
3. Návrh metodiky renovace
4. Demontáž motoru
5. Kontrola opotřebení konstrukčních celků motoru a jejich renovace
6. Montáž renovovaných celků a zprovoznění motoru
7. Zhodnocení a doporučení
8. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Manuál a výkresová dokumentace k motoru VAZ 2101

VAN BASSHUYSEN, Richard a Fred SCHAFER. Internal combustion engine handbook: basics, components, systems, and perspectives. Warrendale, Pa.: SAE International, c2004. ISBN 0768011396.
VLK, František. Vozidlové spalovací motory. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. ISBN 80-238-8756-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Dresler**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Pavla Dreslera. Při práci jsem vycházel z pokynů vedoucího bakalářské práce, vlastních znalostí a z dalších zdrojů.

V Ostravě

.....

Podpis:

.....

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že se na moji bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne vyžadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do její skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....

Bukal Zdeněk

Podpis studenta

Karviná-Hranice, Hraničářská 437, 73301

Anotace bakalářské práce

BUKAL, Z. *Metodika renovace spalovacího motoru: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2017, 64 s. Vedoucí práce: Dresler, P.

Bakalářská práce řeší technologické postupy při renovaci historického spalovacího motoru a její aplikaci na vůz Lada Vaz 2101.

Práce má tyto hlavní body: v úvodu je popsána historie motorů s vnitřním spalováním a situace okolo historických vozidel. Poté následuje popsání konstrukce spalovacího motoru a následné porovnání parametrů mezi motory odlišného roku výroby. Následně se zabývám všeobecnou metodikou platící pro renovace spalovacích motorů s ohledem na pracovní postupy, ekonomickou stránku. V praktické části je tato metodika detailně popsána a aplikována na vůz Lada Vaz 2101. V poslední části je uveden finanční rozpočet, který byl vynaložen na renovaci motoru, a jeho zprovoznění.

Klíčová slova: renovace, spalovací motor, historické vozidlo

ANNOTATION OF A BACHELOR THESIS

BUKAL, Z. *Methology of Internal Combustion Engine Renovation Learning: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2017, 64 p. Thesis head: Dresler, P.

The main points of the thesis are: in the beginning is described a history of vehicles with inner combustion and historical background. In the following part, I describe construction of an internal combustion engine and I compare parameters of vehicles with different years of manufacture. In the following part I deal with general methodology of internal combustion engine renovation regarding operating procedure, economical features and spare parts. This methodology and application to Lada Vaz 2101 vehicle is covered in detail in the practical part. In the last part is delineated budget, that was necessary for engine renovation.

Keywords: renovations, internal combustion engine, historical vehicle

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Pavlu Dreslerovi za dobré rady a vstřícnost a ochotu při konzultacích a při vypracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat svému otci za předávání jeho zkušenosti z letité praxe s dotyčným tématem a za morální a fyzickou podporu při montérských pracích.

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
1 Úvod	10
2 Teoretický rozbor.....	12
2.1 Konstrukce motoru	12
2.2 Pevné části motoru.....	15
2.3 Pohyblivé části motoru	19
2.4 Porovnání motoru historického automobilu s motorem moderní konstrukce ..	25
3 Návrh metodiky renovace.....	27
3.1 Renovace	27
3.2 Obvykle renovované části	27
3.3 Metody renovace	27
3.4 Postup renovace motoru	28
4 Aplikace metodiky renovace na vozidlo Lada Vaz 2101	30
4.1 Parametry motoru	30
4.2 Posouzení stavu vozidla.....	32
4.3 Shromáždění technické dokumentace	32
4.4 Demontáž motoru	33
4.5 Demontáž a kontrola opotřebení jednotlivých celků	34
4.6 Renovace konstrukčních celků	39
4.7 Montáž jednotlivých celků	47
4.8 Ekonomická rozvaha	50
5 Zhodnocení a doporučení	52
5.1 Provozní zkouška motoru	52
6 Závěr	54
7 Seznam použité literatury	55
8 Seznam obrázků.....	56
9 Seznam tabulek.....	57
10 Seznam příloh	58
11 Přílohy.....	59

Seznam použitých zkratek

σ	[Pa]	Napětí v tahu
F	[N]	Zatěžující síla
S	[m ²]	Plocha nebezpečného průřezu
σ_D	[Pa]	Dovolené napětí v tahu
σ_t	[Pa]	Napětí v tlaku
σ_{Dt}	[Pa]	Dovolené napětí v tlaku
τ_s	[Pa]	Napětí ve smyku
τ_{Ds}	[Pa]	Dovolené napětí ve smyku
τ_k	[Pa]	Napětí v krutu
M_k	[Nm]	Zatěžující kroutící moment
W_k	[m ³]	Modul průřezu v krutu
τ_{Dk}	[Pa]	Dovolené napětí v krutu
σ_o	[Pa]	Napětí v ohybu
M_o	[Nm]	Zatěžující ohybový moment
W_o	[m ³]	Modul průřezu v ohybu
V_{pv}	[mm]	Přípustná vůle mezi pístem a válcem
d_{vmax}	[mm]	Maximální naměřený průměr válce
d_{pmin}	[mm]	Minimální naměřený průměr pístu
F_t	[N]	Tangenciální síla potřebná pro stlačení pístního kroužku
D	[m]	Vnější průměr pístního kroužku v zamontovaném stavu
h	[m]	Axiální výška kroužku
a	[m]	Tloušťka kroužku
p	[Pa]	Konstantní měrný tlak
ECU		Řídící jednotka motoru
HÚ		Horní úvrat'

1 Úvod

Se samotným termínem automobil se můžeme setkat už v 18. století, kdy první automobily byly poháněny párou. Bohužel si automobil v těchto dobách mohli dovolit pouze lidi pocházející z movitější části společnosti. Zlom nastal až díky Henrymu Fordovi, který zavedl v roce 1903 výrobu automobilů Ford T, včetně součástek, na pásové lince. Díky tomuto kroku bylo možné, aby si automobil mohli dovolit i dělníci. Od dob výroby Fordu T uplynulo spousta času, při kterém se automobily zdokonalili. Jsou výkonnější, hospodárnější, bezpečnější a taktéž cenově dostupnější. Dnes je automobil velmi důležitou součástí našeho života. Zajišťuje nám spolehlivou a rychlou mobilitu osob a věcí.

V dnešní době automobil nemusí být pouze dopravní prostředek, ale taktéž může být i vedle vína a umění i alternativní investicí. Aby automobil měl investiční potenciál, měl by splňovat co nejvíce předpokladů na získání statusu historického vozidla, které definuje mezinárodní kodex FIVA.

*„ FIVA definuje historické vozidlo jako mechanicky poháněné
silniční vozidlo:
- které je minimálně 30 let staré
- které je uchováno a udržováno v historicky správném stavu
- které není užíváno ke každodenní přepravě
- a které je z těchto důvodů součástí našeho technického a
kulturního dědictví “ [8]*

Bohužel ne všechna historická vozidla měla štěstí na svého majitele. Mnoho vozidel skončilo zapomenuto na zahradách, ve stodolách, a některé bohužel i na autovrakovištích. Z tohoto důvodu musíme při pořizování historických vozidel počítat s renovací. V této bakalářské práci se zaměřím na renovaci samotného motoru.

První spalovací motor byl vynalezen v roce 1859 francouzským konstruktérem Jeanem Josephem Étineem Lenoirem. Dotyčný motor byl dvoutaktní, s rozvodovým převodem pomocí šoupátka a byl poháněn svítiplynem. Tento motor byl později upraven v roce 1860 Nicolausem Ottou. Ačkoliv měl motor horší projev, a dokonce i parametry tak sklídil úspěch díky třetinové spotřebě. V roce 1876 Otto zdokonalil ve svém motoru čtyřtaktní proces. Tímto vznikl stavební pilíř pro všechny zážehové motory. Ještě v roce 1884 Otto zdokonalil elektrické zapalování zavedením nízkonapětového magnetu.

Ke zdokonalení čtyřtakového motoru došlo v roce 1886 Karlem Benzem a Gottliebem Daimlerem, kteří současně a nezávisle na sobě vyvinuli lehký, rychloběžný zážehový motor. Dalším mezníkem ve spalovacích motorech byly roky 1893 až 1897 kdy německý vynálezce Rudolf Diesel pracoval na vznětovém motoru. V roce 1960 byl Felixem Wanklem vyvinut spalovací motor s rotačním pístem, který byl následně používán ve vozech značky NSU.

2 Teoretický rozbor

Spalovací motory jsou tepelné hnací stroje, ve kterých se tepelná energie získává spalováním vhodných kapalných, nebo plyných paliv, mění se na mechanickou energii s poměrně velkou účinností. Spalování probíhá přímo v pracovním prostoru motoru za tlaku vyššího než atmosférický a má být, pokud možno ovládané. Pracovní látkou jsou samostatné zplodiny hoření. Při přeměně tepelné energie na mechanickou práci probíhají ve spalovacích motorech termodynamické děje, při nichž se mění stav, a při spalování i chemické složení pracovní látky. Soubor těchto dějů tvoří pracovní oběhy spalovacích motorů. Změny stavu se znázorňují různými diagramy. [2]

Z hlediska vstupních pohonných energií motory dělíme na elektrické, spalovací motory klasické, parní, spalovací Stirlingův motor s využitím rekuperačního vnějšího tepla, spalovací motory a raketové pohony a hybridní motory

Mezi nejpoužívanější motory v dopravní technice patří čtyřtákní spalovací motory s přímočarým vratným pohybem pístu, z hlediska spalování pohonné směsi. Pracovní oběh čtyřdobého zážehového motoru probíhá během dvou otáček klikového hřídele. Samotný pracovní cyklus čtyřdobého zážehového motoru se skládá ze sacího zdvihu, kompresního zdvihu, expanzního zdvihu a výfukového zdvihu. [10]

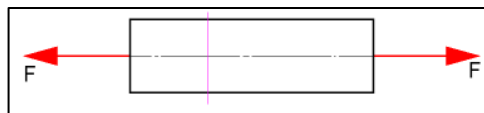
2.1 Konstrukce motoru

Automobilové spalovací motory se staví jako jednočinné a víceválcové motory, což umožňuje zvýšit jejich otáčky a lepší poměr mezi výkonem a hmotností motoru. Bývají stojaté, ležaté, nebo šikmo položené podle požadavku na využití prostoru. Každé provedení má své výhody a nevýhody a ovlivňují i vlastní konstrukci motoru, jeho části, montážní přístupy při opravách a nároky na umístovací plochu. V největší míře se používá klasická koncepce v konstrukci motorů. Tato konstrukce je tvořena z pevných, pohyblivých částí a z příslušenství motoru. [10]

Jednotlivé konstrukční celky motoru musí být odolné vůči namáhání. Konstrukční celky jsou namáhány tahem, tlakem, krutem, střihem a ohybem.

Namáhání tahem je způsobeno dvěma silami působícími na těleso na jeho konci, přičemž obě síly musí ležet na společné nositelce kolmé k rovině řezu, musí být stejně velké, opačné orientace a působit ven z tělesa. Deformace při namáhání se nazývá prodloužení. [1]
Musí být splněna pevnostní podmínka

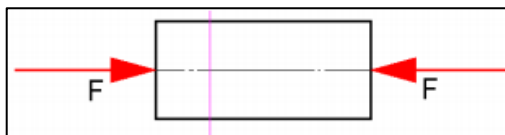
$$\sigma = \frac{F}{S} \leq \sigma_D \quad (1)$$



Obrázek 1: Namáhání na tah [1]

Namáhání tlakem je způsobeno dvěma silami působícími na těleso na jeho konci, přičemž obě síly musí ležet na společné nositelce kolmé k rovině řezu, musí být stejně velké, opačné orientace a působit směrem do tělesa. Následky deformace nazýváme zkrácením. Musí být splněna pevnostní podmínka

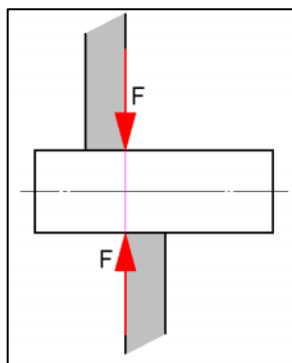
$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{Dt} \quad (2)$$



Obrázek 2: Namáhání na tlak [1]

Namáhání smykem (stříhem) je způsobeno dvěma silami na společné nositelce, stejně velkými, působícími proti sobě směrem do tělesa a ležícími v rovině řezu. Deformace tělesa namáhaného smykem se nazývá zkosení. Musí být splněna pevnostní podmínka

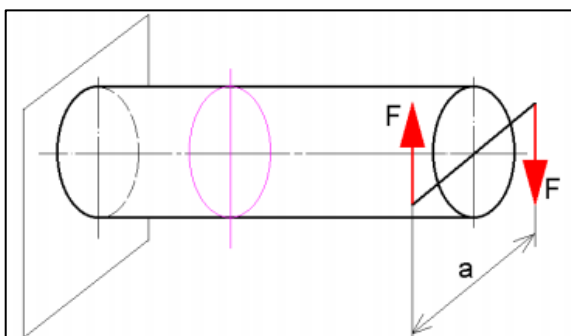
$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{Ds} \quad (3)$$



Obrázek 3: Namáhání na střih [1]

Namáhání krutem je způsobeno silovou dvojicí ležící v rovině řezu (kroutícím momentem). Deformace tělesa namáhaného krutem se nazývá zkrut, velikost se vyjadřuje úhlem zkroucení. Musí být splněna pevnostní podmínka

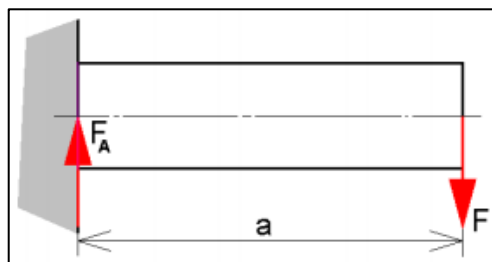
$$\sigma_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \sigma_{D_k} \quad (4)$$



Obrázek 4: Namáhání na krut [1]

Namáhání ohybem je způsobeno silovou dvojicí ležící v rovině kolmé na rovinu řezu (ohybovým momentem). Deformace tělesa namáhaného ohybem se nazývá průhyb. Musí být splněna pevnostní podmínka

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{D_o} \quad (5)$$



Obrázek 5: Namáhání na ohyb [1]

2.2 Pevné části motoru

Pevné části neboli taktéž nepohyblivé části, tvoří základ pro uložení klikového mechanismu a rozvodů motoru.

2.2.1 Blok motoru a válce motoru

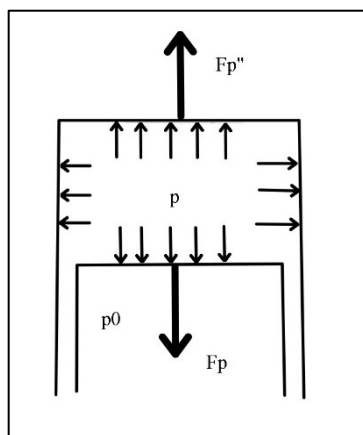
Blok motoru je hlavní nosnou částí motoru. Montují se do něho pístní skupiny a klikový hřídel.

Blok motoru je odlit z jednoho kusu spolu s pláštěm chlazení společně se sedly pro uložení vložených válců a uložení klikového hřídele. Pro motory s rozvodem OHV a SV obsahuje i sedla pouzder pro uložení váčkového hřídele a zdvihátek ventilů. Ve stěnách bloku jsou odlity kanály chlazení a mazání. Mimo to má odlitek bloku motoru příruby pro uchycení příslušenství. Blok motoru musí být dostatečně pevný a tuhý, aby se nedeformoval. Musí tlumit vibrace a chvění a nesmí být deformován působením sil za provozu motoru. Původně byly bloky odlévány z šedé litiny. Nevýhodou bylo, že bloky byly velmi těžké a robustní. Výhodou však byla možnost vícenásobného přebroušení.

Z důvodu šetření hmotnosti se bloky motoru začaly vyrábět z lehkých hliníkových slitin. Protože tyto slitiny jsou měkké, je nutné vkládat pístní skupinu do tzv. vložených válců. Tyto válce jsou vyrobeny z kvalitní legované slitiny nebo oceli. Válce jsou jednou z konstrukčně nejnáročnějších dílů motoru. Jejichž vnitřní průměr je jemně broušen – honován. Z hlediska konstrukce dělíme vložené válce na mokré vložky, suché vložky a odlehčené vložky.

Namáhání válců

- vysoké tlaky a teploty
- vysoká teplotní napětí způsobena rychlými změnami teplot
- opotřebení styčných ploch válců třením pístu s pístními kroužky a zbytky po spalování [10]



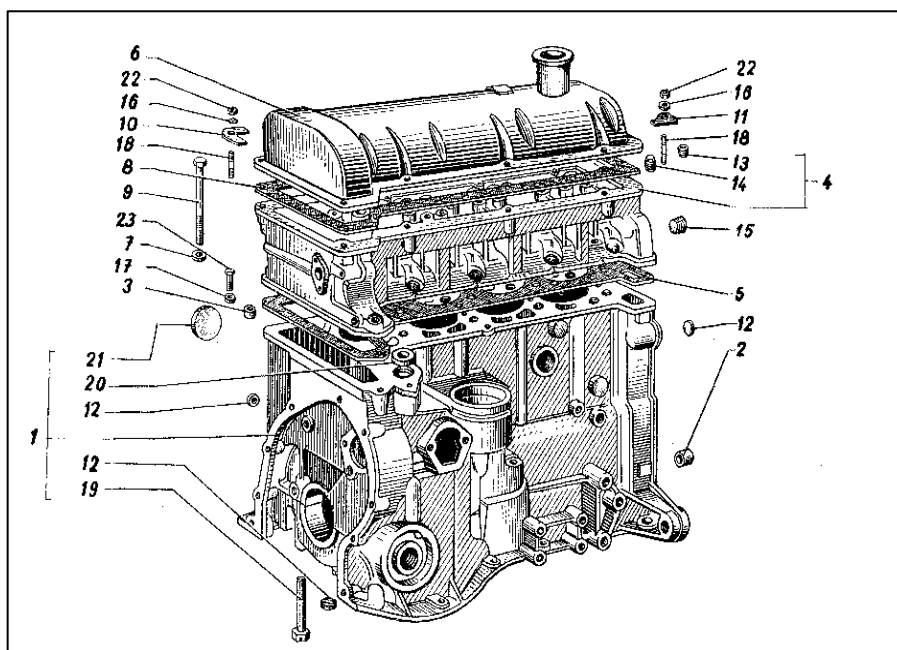
Obrázek 6: Tlaky ve spalovacím prostoru

2.2.2 Hlava válců

Hlava válců uzavírá pracovní prostor a spolu s pístovou skupinou tvoří pracovní spalovací prostor. Zajišťuje montážní prostor pro zapalovací a žhavicí systémy. Taktéž se podílí na odvodu přebytečného tepla do chladicího systému motoru.

Hlavy válců u vodou chlazených hlav jsou nejčastěji vyrobeny jako odlitek z legované hliníkové slitiny anebo výjimečně z legované jemnozrnné litiny.

Hlava válců patří k nejvíce namáhaným součástem motoru. Je silně namáhaná jak teplotně, tak i tlakově. [10]



Obrázek 7: Nepohyblivé části motoru [5]

2.2.3 Těsnění hlavy válců

Účelem těsnění hlavy válců je utěsnění spalovacích prostor a oddělit olejový kanál od kanálů chladicí kapaliny.

Těsnění se používají buď azbestová, ferroelastická těsnění, vícevrstevná kovová a metalelastomerová.

Těsnění hlav válců přichází neustále do kontaktu s palivem, výfukovými plyny, motorovým olejem a chladicí kapalinou, tedy s látkami plynnými a kapalnými. Tyto látky mění svou teplotu a tlak v dosti širokém rozsahu, a navíc působí na těsnění i chemicky. Těsnění musí odolávat namáhání tlakem, vysoké teplotě a chemickému namáhání během provozu i za klidu motoru po dlouhou dobu. Vysoký tlak nesmí způsobit deformaci těsnění. Těsnění se musí pružně přizpůsobovat provozním podmínkám. [2]

2.2.4 Víka motorů

Součástí spalovacích motorů jsou také víka. Tato víka dělíme na spodní, horní, přední, zadní a boční. Spodní víko motoru slouží k utěsnění bloku válců a klikové skříně. Spodní víko je zásobárnou pro motorový olej a také víko nazýváme olejovou vanou. Každé spodní víko je opatřeno otvorem pro výpustný šroub.

Přední a zadní víka slouží k utěsnění klikového hřídele. Boční víka umožňují přístup k součástem rozvodového mechanismu.

Spodní víko bývá konstruováno jako ocelový výlisek.

2.2.5 Kliková skříň

Slouží k nošení ložiska pro uložení klikového hřídele a zabezpečuje uložení rozvodových kol, vačkového hřídele (u OHV), příslušenství (uvnitř olejového čerpadla, zvenčí pomocných agregátů, uložení apod.), předního a zadního víka, olejové vany, hlav válců. Kliková skříň může být součástí odlitku s blokem motoru.

Musí odolávat rázům a roztočení klikového hřídele při expanzi. [2]

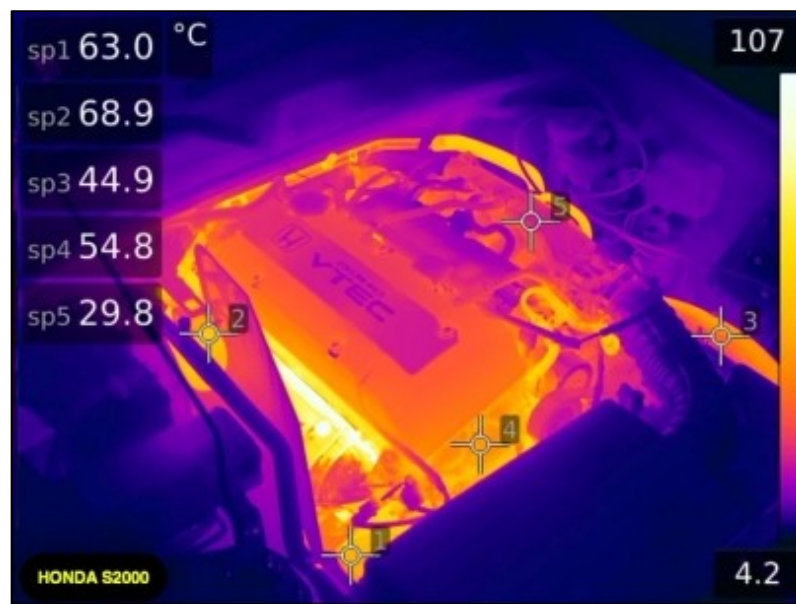
2.2.6 Sací potrubí a výfukové svody

Sací potrubí je přišroubováno k hlavě válců a slouží k přivedení zápalné směsi do sacích kanálů a dále do válce motoru. Většinou je vyrobeno z hliníkové slitiny. Tvar a délka mají značný vliv na výkon plnění i na jeho výkon. Pro dosažení co největší plnicí účinnosti je důležité, aby vnitřní stěny sacího potrubí byly hladké, bez výstupků a jednotlivé větve přivádějící směs do válců měly stejnou délku.

Výfukové svody slouží k odvádění výfukových spalín do výfukového systému.

U většiny motorů je vyrobeno jako odlitek z litiny.

Z obrázku 8 je vidět, že výfukové svody jsou hlavně namáhaný tepelně [2]



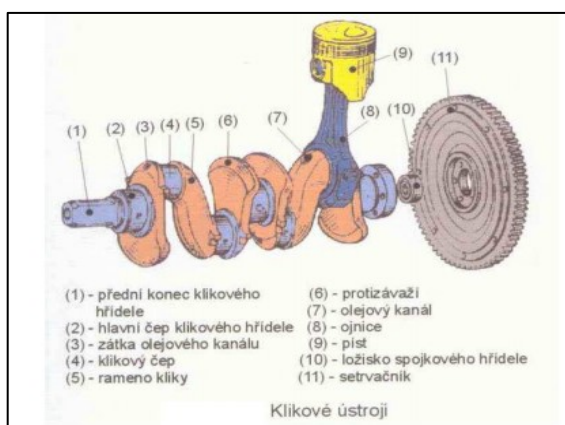
Obrázek 8: Tepelné namáhání výfukových svodů, na motoru Honda F20C, zobrazené na termokameře [11]

2.3 Pohyblivé části motoru

Základem pohyblivých částí je klikový mechanismus.

2.3.1 Klikový mechanismus

Klikový mechanismus je hnacím ústrojím motoru. Přeměňuje tlakovou energii vyhořelého paliva na mechanickou práci, kterou odebíráme z klikového hřídele. Klikové ústrojí se skládá z pístu, pístních kroužků, pístních čepů, ojnice a klikového hřídele se setrvačníkem. [2]



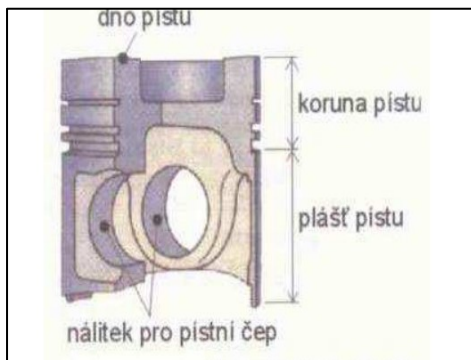
Obrázek 9: Klikové ústrojí [2]

2.3.2 Píst

Účelem pístu je zachytit tlak ve válci při adiabatické expanzi a vzniklou sílu převést na ojnici a na klikovou hřídel. Utěšňuje spalovací prostor oproti klikové skřini a odvádí vzniklé teplo do stěn válce. Skládá se ze dna pístu, který spoluvytváří spalovací prostor a přenáší tlaky. Dále se píst skládá z koruny pístu, jehož kroužková část pístu utěšňuje píst ve válci a částečně odvádí teplo přes pístní kroužky. Skládá se z pláště pístu, který slouží k vedení válce a odvodu tepla, a z nálitku pro pístní čep.

V současnosti se písty nejčastěji vyrábějí z lehkých slitin (Al, Mg, Cu, Ni, Si).

Písty jsou vysoce tepelně a tlakově namáhány. Maximální teploty jsou více než 2 000 °C a tlaky 3 až 6 MPa u zážehových a více jak 8 MPa u vznětových. [10]

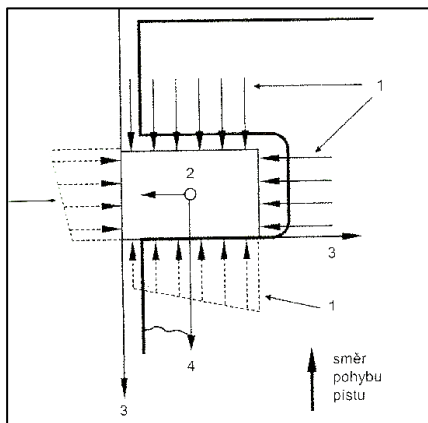


Obrázek 10: Hlavní částí pístu [2]

2.3.3 Pístní kroužky

Jsou pružné, rozříznuté ocelové, nebo litinové prstence, umístěné v drážkách koruny pístu. Rozdělují se na těsnicí, které mají za úkol utěsnit píst ve válci, a na stírací, jejichž účelem je stírat přebytečný olej ze stěny válce. Materiálem pístu bývá zušlechtěná litina, tvárná litina, vysoce legovaná ocel, nebo se vyrábějí práškovou metalurgií.

Jsou nejvíce namáhány teplem a tlakem. [2]



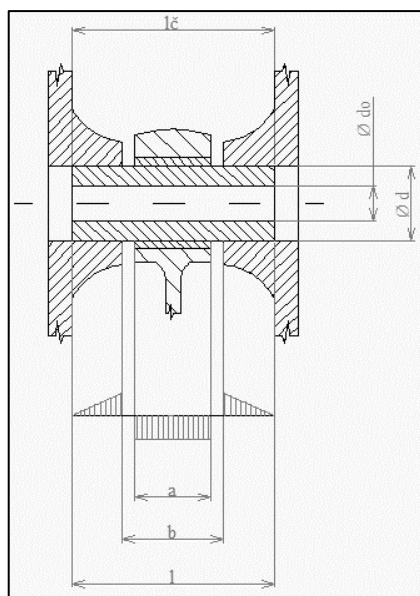
Obrázek 11: Silové působení na pístní kroužky [10]

2.3.4 Pístní čep

Pístní čep je spojovací kloubový člen mezi pístem a ojnicí.

V motorech se používají pístní čepy duté z důvodů pevnosti a hmotnosti. Jsou vyráběny z cementační anebo z nitridační vysoce legované oceli.

Přenáší velké síly působící na píst a je namáhán ohybem [2]

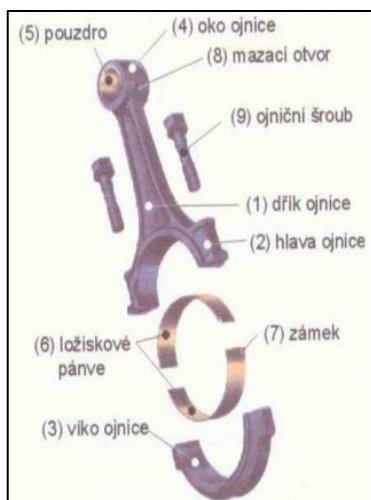


Obrázek 12: Namáhání pístního čepu

2.3.5 Ojnice

Spojuje píst s klikovým hřídelem a převádí posuvný vratný pohyb pístu na otáčivý pohyb klikové hřídele. Skládá se z hlavy oka a dříku ojnice.

Ojnice se nejčastěji vyrábí zápustkovým kováním. Jsou vyrobeny z legované oceli. U závodních vozidel mohou být vyráběny ze slitin titanu.



Obrázek 13: Schéma ojnice [2]

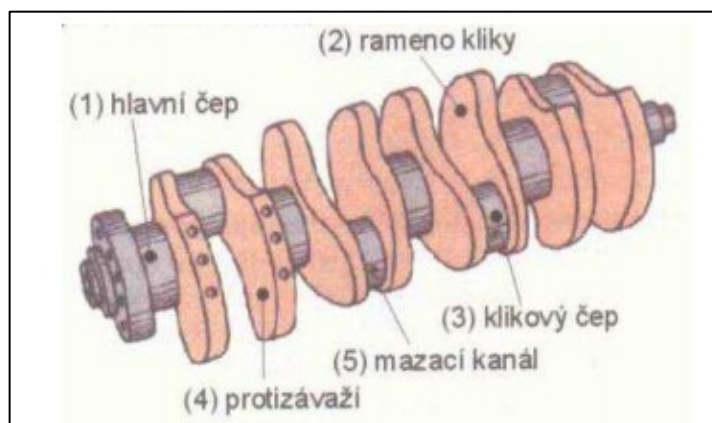
Ojnice jsou namáhané tahem a tlakem. Na ojnice také působí velké setrvačné síly zejména při změně směru pohybu pístu. [2]

2.3.6 Klikový hřídel

Účelem klikového hřídele je převádění posuvného přímočarého pohybu pístu na pohyb rotační.

K výrobě se používá uhlíková ocel, legovaná ocel, nebo tvárná litina. Vyrábí se jako odlitek, nebo zápustkový výkovek. Klikový hřídel je vrtaný z důvodů přívodu oleje k hlavním a ojničním ložiskům.

Klikový hřídel je dosti dynamicky namáhán, tudíž musí mít čepy dostatečnou tvrdost [1] [2]



Obrázek 14: Částí klikového hřídele [2]

2.3.7 Setrvačník

Slouží k akumulování kinetické energie, zajištění rovnoměrnosti chodu a k zajištění velkého převodu mezi věncem setrvačníku a pastorkem startéru. Setrvačníky se dělí na 2 druhy, na jednohmotové a na dvouhmotové. Setrvačník je v podstatě litinový nebo ocelolitinový kotouč. [2]

Vzhledem k tomu že setrvačník vykonává rotační pohyb, musí být jak staticky, tak i dynamicky vyvážený

2.3.8 Rozvodový mechanismus

Rozvodový mechanismus slouží ke správnému plnění válců motoru zápalnou směsí, nebo vzduchem a k odvádění výfukových plynových spalín.

Rozvodový mechanismus se skládá z rozvodových kol, popřípadě kol s ozubeným řetězem, vačkového hřídele, zdvihátek včetně rozvodových tyček u některého typu rozvodu, vahadel se šrouby pro seřízení ventilových vůlí, sacích a výfukových ventilů a ventilových pružin. [1][2]

Vačkový hřídel je poháněn od klikového hřídele dvouřadým válečkovým řetězem, ozubeným řemenem anebo přímým ozubením. Vačky vačkového hřídele působí na další části rozvodu (zdvihátka, vahadla atd.) a tím otevírají sací a výfukové ventily proti síle ventilových pružin díky kterým pak dochází i k uzavírání ventilů. Vačkový hřídel má oproti klikovému hřídeli poloviční otáčky.

2.3.9 Druhy rozvodů

SV (Side Valve)

Tento druh rozvodu má ventily umístěny na jedné straně v bloku válce. Výhodou tohoto uspořádání je jednoduchost a nízká hmotnost. U motorů s tímto rozvodem se velmi obtížně vytváří kompresní prostor s vyšším kompresním poměrem. Motory mají velmi malou plnicí účinnost, protože vzdušina musí svůj směr proudění při sání změnit téměř o 180°. Tento rozvodový mechanismus se již nepoužívá.

OHV (Over Head Valve)

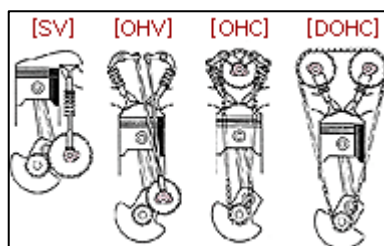
Tento rozvod má také stále jednoduchou konstrukci. Rozvod se skládá z klikové a vačkové hřídele, které jsou umístěny v klikové skříni. Rotační pohyb klikového hřídele se na vačkový hřídel přenáší pomocí rozvodového řetězového kola. Od vačkového hřídele se pohyb přenáší přes zdvihátka na ventilové tyče. Tyto tyče poté působí na vahadlo, které následně ovládá ventil. Nevýhoda OHV rozvodu spočívá ve velkém počtu součástí a jejich hmotnosti. Motor s rozvodem OHV je také hlučnější a rozvod má menší tuhost. Při vysokých otáčkách motoru (nad 8000 ot/min) dochází vlivem setrvačných sil k odskakování zdvihátek od vačkové hřídele a ke změně časování rozvodu. [2]

OHC (Over Head Camshaft)

Je to nejpoužívanější rozvod u motorů osobních automobilů. Vačkový hřídel je umístěn na hlavě motoru buď nad ventily, které ovládá rozvodovými pákami anebo přímo přes hrníčkovou zdvihátka, nebo je umístěn mezi ventily, které pak ovládá pomocí vahadel. Výhodou rozvodu je malý počet pohybujících se částí a malý počet stykových ploch. Nevýhodou je větší výška hlavy válců a složitější provedení pohonu vačkového hřídele, který je poháněn dvouřadým válečkovým řetězem nebo ozubeným řemenem. [2]

DOHC (Dual Over Head Camshaft)

Jedná se o obdobu rozvodu OHC s tím rozdílem, že máme zde 2 vačkové hřídele. Používá se u více ventilových rozvodů. [2]



Obrázek 15: Druhy rozvodů [2]

2.4 Porovnání motoru historického automobilu s motorem moderní konstrukce

Za celou historii automobilů nastal u spalovacích pístových motorů veliký pokrok. Dnešní moderní motory jsou, oproti motorům starší konstrukce, mnohem výkonnější, hospodárnější a ekologičtější. Tyto rozdíly jsou ukázány na následujícím srovnání.

Pro srovnání jsem vybral automobily Lada Vaz 2101 a Škoda Octavia II. generace s motorem EA111. Jedná se o motor 1,2 TSI. Důvodem zvolení těchto vozidel pro porovnání je stejná hodnota zdvihového objemu, stejného počtu válců a ventilů na válec.

Tabulka 1: Parametry motorů [3] [6]

	VAZ 2101	Škoda Octavia II
Zdvihový objem (cm ³)	1197,6	1197
Válce/ventily	4/2	4/2
Výkon (kW/min)	47,8/5600	77/5000
Kompresní poměr	8,8:1	12,5:1
Točivý moment (N/m)	87 při 3400 ot/min	175 při 1500-3500 ot/min
Rozvod	OHC	DOHC
Spotřeba (l/100 km)	8	4,9

Z tabulky 1 vyplývá, že motor EA111 je mnohem výkonnější a hospodárnější. Je to způsobeno mnoha prvky. Hlavním důvodem je přítomnost turbodmychadla díky downsizingu. Dalším dosti důležitým elementem je efektivita zažehnutí zapalovací směsi. Zatímco u Lady Vaz 2101 směs vzniká pomocí karburátoru v sacím potrubí před škrtkou klapkou, tak u motoru EA111 vzniká směs přímo v pracovním prostoru válce, kde je 6-ti otvorovým vstřikovačem vstříknuto palivo pod vysokým tlakem. Taktéž je dosti velkou

výhodou je tvar sacího kanálu, který rozvíří vzduch jdoucí do válce. Díky přímému vstřikování má motor EA111 vyšší kompresní poměr. Největší rozdíl v řízení jednotlivých motorů spočívá v tom, že motor EA111 je řízen elektronicky díky přítomnosti snímačů a ECU.

Rozdílů jsou i v konstrukci motoru, kde motor EA111 má hlavu válců a blok motoru vyrobené z hliníkové slitiny pomocí tlakového lití. U motoru VAZ 2101 je blok motoru odlitek z hliníkové slitiny. Hlava válců je odlitek z lehké slitiny.

Další pokrok, který nastal u motorů jsou emisní hodnoty, které byly sníženy díky efektivnějšímu spalování, přeplňování, a hlavně díky katalyzátoru.

Tabulka 2: Povolené emisní hodnoty jednotlivých motorů

	CO [%]	HC	λ
VAZ 2101	3,50	* >1200	1
EA111	0,30	*	0,970 - 1,030

* Hodnota není výrobcem udávána. Udaná je pouze hodnota podle normy přílohy č. 1 k vyhlášce č. 302/2001 Sb. pro stanice měření emisí pro daný motor.

3 Návrh metodiky renovace

3.1 Renovace

Podle definice je renovace souhrn všech úkonů a činností, kterými se daný historický vůz uvede do původního funkčního a estetického stavu. U renovace vozidel rozlišujeme renovace na částečné, nebo kompletní. U částečné renovace se uvažuje o renovaci pouze některých částí vozu. U kompletní renovace bereme v potaz všechny součásti vozu. Mezi důležitou část renovace patří renovace spalovacího motoru vozu, která bude důsledně rozebrána v této bakalářské práci. Cílem renovace motoru je obnovení jeho funkčnosti, výkonu a zlepšení hodnot emisí.

3.2 Obvykle renovované části

Při renovaci motoru je velmi důležité provést kontrolu, popřípadě výměnu, nebo obnovu všech částí, které byly nejvíce namáhány provozem. Jedná se hlavně o prvky, které jsou na motoru nejvíce namáhány teplotně. Mezi tyto prvky patří podle teoretického rozboru hlava válců, pístová skupina a samotné válce. Mezi další prvky, pro které je renovace důležitá řadíme všechny, u kterých probíhá tření. Mezi tyto prvky hlavně patří stěny válců, pístní kroužky a ojnicí ložiska a čepy na klikovém hřídeli. U renovace všech motorů se automaticky mění veškeré těsnění, ložiska a gufera.

3.3 Metody renovace

Renovaci jednotlivých prvků lze provádět mnoha způsoby. První je renovace dotyčného původního dílu. Výhody této metody spočívají v nejmenší ekonomické náročnosti. Při této metodě se provádí úkony, které mají u jednotlivých dílů zlepšit jejich funkci a estetičnost. Díly se renovují broušením, pískováním, nebo taktéž ponorem do ultrazvukové vany. Pokud je součástka ve stavu, kdy je její renovace finančně nákladná, musíme přistoupit ke koupi dílů z druhovýroby. Je spousta historických vozidel, na která se už náhradní díly v druhovýrobě nevyrábějí. Tato vozidla už většinou mají velikou finanční a historickou hodnotu, a tudíž se u nich vyplatí i kusová výroba dílů. Někdy samozřejmě je díl v tak dobrém stavu že renovace není nutná.

3.4 Postup renovace motoru

3.4.1 Posouzení stavu motoru

Před renovací jakéhokoliv motoru je vhodné mít přibližný přehled o jeho stavu. Před renovací je vhodné si vyzkoušet, zdali není motor zadřený, tlaky ve válcích a jestli je možno motor nastartovat. Jestli ano, sledujeme jeho chod. Díky této předběžné diagnostice můžeme vydedukovat, které díly určitě budeme muset renovovat.

3.4.2 Shromáždění technické dokumentace

Tento krok před začátkem renovace je velice důležitý, neboť se můžeme několikrát setkat s motorem, se kterým pracujeme prvně. Velmi vhodná pro tyto účely je odborná literatura zabývající se opravami a údržbou daného vozidla. V těchto knihách můžeme nalézt důležité informace týkající se pracovních postupů, obsazenosti šroubů a jejich velikosti a taktéž velmi důležité údaje o dotahovacích momentech. V knihách se nacházejí předepsané vůle pro části motoru. Nápomocné mohou být technické výkresy, které lze nalézt v dobových katalozích náhradních dílů. Dotyčnou odbornou literaturu lze většinou sehnat na burzách a inzertních portálech v knižní podobě anebo na internetových stránkách zabývajících se renovováním dotyčného vozidla.

3.4.3 Demontáž motoru

Demontáž všech motorů je vesměs identická. Vždy je zapotřebí zabezpečit si vozidlo proti rozjetí. Dalším krokem je vypuštění provozních kapalin. Posoudit stav motoru lze taktéž z oleje pohledem nebo pomocí tribologie. Dále u všech motorů je nutno odpojit veškerou kabeláž od elektrických prvků motoru, ovládací prvky a hadice vedoucí chladicí kapalinu. Úplnou demontáž motoru můžeme provést až po odpojení převodové skříně a povolení uchycení motoru. Motory vytahujeme pomocí jeřábu. Jediné rozdíly mohou nastat v uchycení motoru k vozidlu.

3.4.4 Demontáž jednotlivých celků

Částečnou demontáž můžeme uskutečnit ještě, když motor je umístěný ve vozidle. Částečné odstrojení má výhodu v odlehčení motoru. S motorem lze pak lehčeji manipulovat v pracovním prostoru. U demontáže jednotlivých celků je důležité nevyhazovat šrouby, které mohou být u některých součástí atypické.

Při rozebírání je velmi důležité měřit vůle a rozměry, které se můžeme dozvědět z opatřené odborné literatury. Tyto vůle hlavně měříme u pístových skupin a klikového mechanismu. Vůle hlavně měříme u pohyblivých součástí motorů. Tyto vůle a rozměry můžeme měřit pomocí spádových měrek a posuvného měřítka. Pomocí měření můžeme zjistit stav opotřebení motoru.

3.4.5 Montáž motoru

Montážní operace provádíme přesně v opačném pořadí, jaké jsme aplikovali při demontáži. Při montáži motoru je velmi důležité postupovat podle literatury a dotahovat šroubové spoje předepsanými momenty. Při montáži vždy používáme nová těsnění, těsnící kroužky, šrouby a pérovky.

3.4.6 Ekonomická rozvaha

Při renovaci je vhodné si uvědomit, jak následně s vozidlem bude naloženo. Na základě tohoto rozhodnutí je nutno si rozmyslet, jaké finanční prostředky budou vynaloženy na renovaci. Je například výhodnější zainvestovat do původních nepoužitých originálních dílů, pokud se předpokládá, že vozidlo bude výstavním exponátem. Pokud vozidlo bude využíváno pro výletní vyjížďky, je vhodné součásti používat levnější součásti z druhovýroby. Svou roli při financování hraje taktéž dotyčné vozidlo. Cena dílu se odvíjí podle vzácnosti vozidla a jeho ceny na trhu.

3.4.7 Očekávané cíle a přínosy renovace

Každá renovace motoru má vždy za cíl obnovit výkon motoru, který byl vlivem provozu a opotřebení snížen. Taktéž má za cíl zvýšit spolehlivost vozu. Po renovaci by se na motoru měla zmenšit spotřeba paliva a zlepšit hodnoty emisí. Výsledkem renovace nejenom motoru, ale i celého vozidla by mělo být zvýšení finanční hodnoty daného automobilu.

4 Aplikace metodiky renovace na vozidlo Lada Vaz 2101

Metodiku renovace spalovacího motoru aplikuji na vůz Lada Vaz 2101. Dotyčný vůz byl vyroben v roce 1972. Vozidlo bylo do rodiny zakoupeno až v roce 1982. Při koupi bylo svým stavem nezpůsobilé k provozu na pozemních komunikacích. Vůz měl poškozený motor v oblasti klikového hřídele a taktéž karoserie byla silně poškozená korozí. Po generální opravě bylo vozidlo využíváno bez vážnější poruchy až do roku 2013. Od té doby bylo vozidlo odstaveno až do roku 2016, kdy jsem započal jeho renovaci.



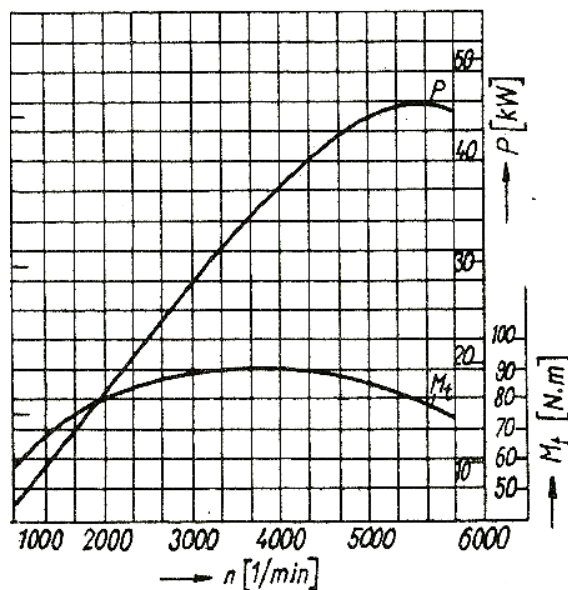
Obrázek 16: Vůz Lada Vaz 2101 v předrenovačním stavu

4.1 Parametry motoru

Tabulka 3: Parametry motoru Lada Vaz 2101 [3]

Typ	Vaz 2101
Druh	Benzínový, karburátorový, čtyřdobý, jednořadový čtyřválec, chlazený kapalinou
Průměr válce/zdvih pístu	76/66 [mm]
Zdvihový objem	1197,6 cm ³
Kompresní poměr	8,8:1
Maximální výkon při 5600 ot/min	
- podle GOST	45,6 kW (62 koní)
- podle SAE	47,8 kW (65 koní)

Maximální krouticí moment při 3400 ot/min	87 N.m
Střední pístová rychlost	12,32 m/s
Rozvod - časování rozvodu Sací ventily - otevírá - zavírá Výfukové ventil - otevírá - zavírá - pořadí zapalování Vůle sacího a výfukového ventilu při teplotě 18 až 20 °C	OHC 12° před HÚ 40° po DÚ 42 před HÚ 10 po HÚ 1-3-4-2 1,15 mm
Mazání motoru - zdroj tlakového mazání - tlak oleje při teplotě 80 až 100 °C Při otáčkách 1000 ot/min Při otáčkách 5000 ot/min Olejový čistič	Tlakové, oběžné 9,81 až 14,7 N.m/cm ³ 34,33 až 40 N.m/ cm ³ Plnopřtokový s papírovou čistící vložkou
Palivová soustava - druh paliva - karburátor - typ	Automobilový benzín s oktanovým číslem minimálně 93 Spádový, dvoustupňový Weber 32 DSR
Chladicí soustava - chladič - ventil zátky plnicího hrdla - teplota chladicí kapaliny na začátku regulace termostatu - úplný zdvih regulačního ventilu termostatu při teplotě 94 °C	Kapalinová, uzavřená s vyrovnávací nádobkou a nuceným oběhem kapaliny Vertikální s dvěma řadami trubek Talířový, otevírá se při tlaku 5 N.m/cm ³ 80 ± 2 °C 8,7 ± 0,5 mm



Obrázek 17: Výkonová a momentová charakteristika motoru [3]

4.2 Posouzení stavu vozidla

Před zahájením všech pracovních úkonů jsem si zjistil aktuální stav motoru pomocí nastartování a jízdní zkoušky. Automobil snadno nastartoval. Při jízdní zkoušce však bylo zjištěno, že motor vykazuje menší výkon a z výfukového potrubí bylo možno zpozorovat náznaky modrého kouře. Po provedení jízdní zkoušky jsem zjistil, že pravděpodobně budou opotřeby pístní kroužky.

4.3 Shromáždění technické dokumentace

Veškeré shánění technické dokumentace na vůz Lada Vaz 2101 nebylo obtížné, protože se tyto vozy hojně vyskytovaly v druhé polovině minulého století na silnicích bývalého sovětského bloku. Vzhledem k tomu, že byl vůz konstruován, aby byl lehce opravitelný svépomocí, vzniklo velké množství odborných knih zabývajících se opravou a údržbou těchto vozů. Pro vůz Lada Vaz 2101 mi bohatě vystačily knihy [3], [7] a [5].

4.4 Demontáž motoru

Pro nejlepší pohyb okolo motoru jsem si z vozidla demontoval kapotu. Jako následující krok jsem odpojil a vyjmul z vozidla akumulátor. Před samostatnou demontáží jsem spalovací motor zbavil veškerých provozních kapalin. Olej jsem vypustil přes vypouštěcí šroub umístěný na olejové vaně do předem připravené nádoby. Chladicí kapalinu jsem vypustil přes otvor v chladiči. Kapalinu lze taktéž vypustit ze vypouštěcího otvoru v bloku motoru. Kapaliny jsem vypustil do předem připravených nádob a uschoval jsem je na bezpečné místo, kde bylo nejmenší riziko rozlití a poté ekologicky jsem je zlikvidoval.

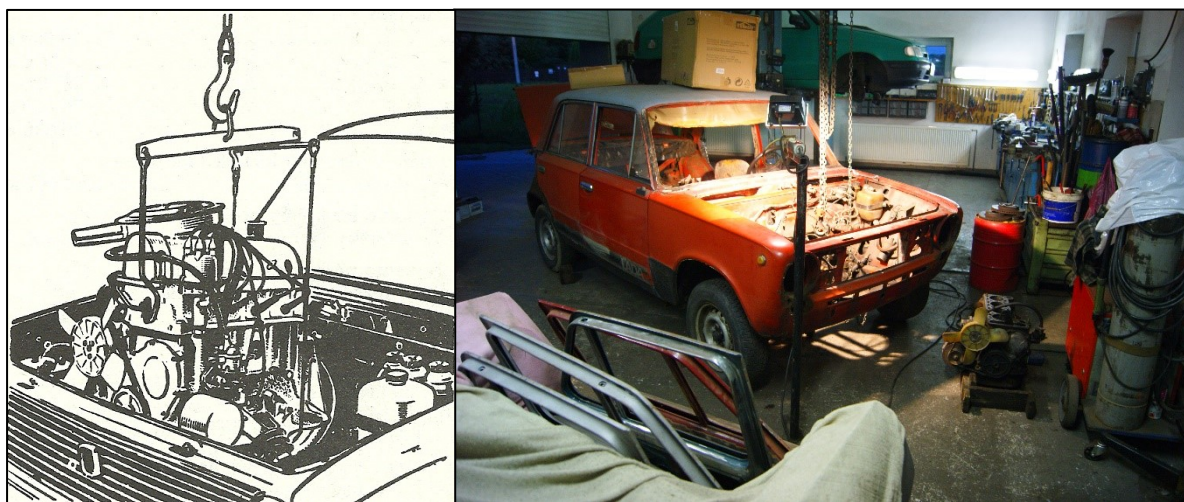


Obrázek 18: Vypouštění chladicí kapaliny do čisté obdélníkové nádoby

Jakmile byl motor zbaven provozních kapalin, tak jsem přistoupil k dalším demontážním krokům. Prvním krokem byla demontáž ventilátoru, chladiče včetně chladičových hadic. Po demontáži chladiče z vozidla jsem odejmul kabeláž elektroinstalace od alternátoru. Mezi prvky elektroinstalace také patří snímače tlaků oleje a teploty vody. Snímač tlaku oleje se nachází na bloku motoru a snímač teploty chladicí kapaliny zase na hlavě motoru. Poté následovala demontáž přívodní a odvodní hadice tělesa od tělesa topení. Při demontáži jsem dbal opatrností, abych svojí manipulací nezapříčinil poškození vodní trubky vedoucí chladicí kapalinu od vodního čerpadla do výměníku topení, která je na poškození velmi náchylná. Následně jsem odpojil táhla plynového pedálu, sytiče od karburátoru, přívodního palivové hadičky od benzinového čerpadla. Dalším úkonem byla demontáž prvního dílu výfuku od výfukových svodů. Jakmile jsem měl první díl výfuku oddělen od výfukových svodů, ihned následovala demontáž startéru. Ten se nachází na straně spolujezdce, je chráněn plechovým krytem, který slouží k jeho ochraně před teplem z výfukového potrubí a svodů. Jakmile jsem kryt demontoval, započal jsem demontáž startéru, který je k převodové skříni připevněn pomocí 3 šroubů a matic.

Dalším prvkem, který by mi zkomplikoval pracovní postup, je středová řídicí spojovací tyč. Tyč jsem nedemontoval celou.

Bohatě stačilo, když jsem povolil 2 šrouby, díky kterým je konzola řízení připevněna ke skeletu vozidla. Následně jsem motor odlehčil demontáží karburátoru, sacího potrubí, výfukových svodů a hlavy válců. Demontáž těchto prvků je popsána v následujících kapitolách. Dále jsem se věnoval převodové skříni. Po demontáži řadicí páky jsem se přesunul pod vůz. Pod vozem jsem nejprve převodovku vypodložil. V mém případě se na tuto operaci nejlépe hodil hydraulický pojezdový zvedák. Po zajištění převodovky proti pádu zvedákem jsem začal povolovat obvodové šrouby, kterými je převodovka připevněná k motoru. Jednalo se o 4 šrouby velikosti M12 se stoupáním 1,25. Motor jsem zavěsil na hák od jeřábu pomocí řetězů. Jakmile byly řetězy dostatečně napnuté, započal jsem odšroubování matic levého a pravého pryžového bloku na nápravě. Po demontáži jsem motor umístil do originální palety. Motor i s paletou jsem si umístil na pracovní stůl a začal jsem jeho rozebírání na jednotlivé konstrukční celky.



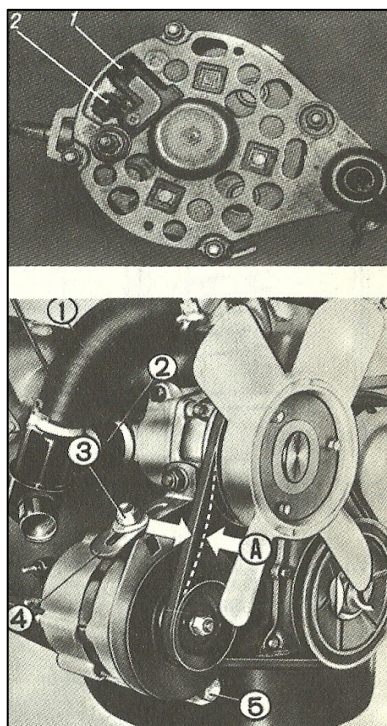
Obrázek 19: Rozdíl vytahování motoru v literatuře a ve skutečnosti [3]

4.5 Demontáž a kontrola opotřebení jednotlivých celků

V následující praktické části bude popsáno, jak jsem postupoval při odstrojení motoru na jednotlivé celky. Jak už bylo zmíněno, částečnou demontáž jsem již započal, když byl motor ještě umístěn ve vozidle. Díky tomu bylo vytáhnutí motoru jednodušší a méně fyzicky namáhavé.

Během demontáže jsem taktéž započal kontrolu opotřebení jednotlivých celků.

Samostatný proces rozebrání jsem začal z vrchní části motoru. Jako první jsem vyjmul z motoru vzduchový čistič, který se nachází pod kruhovým víkem stažený pomocí 3 šroubů. Následovalo vyjmutí celé schránky pro vzduchový filtr, která nám brání v demontáži karburátoru. Následná demontáž karburátoru byla banální. Spočívala v povolení 4 šroubů, kterými je karburátor přišroubován k sacímu potrubí, a v sejmutí pružinky. Jakmile jsem karburátor demontoval z motoru a odložil jsem ho na bezpečné místo, následovala demontáž sacího potrubí a výfukových svodů. Obojí potrubí bylo připevněno k motoru 7 šrouby M8x1,25. U motoru Lada Vaz je sací potrubí chlazeno chladicí kapalinou, tudíž při demontáži jsem taktéž musel odpojit přívodní hadici. Následovala demontáž veškerých prvků elektroinstalace. Těmito prvky mám na mysli alternátor, rozdělovač a zapalovacího svíčky. Alternátor je k motoru přišroubován pomocí zajišťovací matice a zajišťovacího šroubu ve spodní části alternátoru. Společně s alternátorem jsem vyšrouboval držák alternátoru, díky kterému je možné nastavit průhyb ozubeného řemene. Držák je k motoru připevněn pomocí matice. Při povolování matice jsem měl s povolením problémy, a proto jsem využil autogen. Matice díky teplotní roztažnosti šla rázem povolit. Ozubený řemen byl taktéž vyjmut.



Obrázek 20: Upevnění alternátoru [7]

Vymontování rozdělovače bylo oproti alternátoru jednodušší, neboť je s motorem spojen pouze jednou maticí.

Dalším nezbytným krokem pro odstrojení motoru bylo odejmutí nátrubku, který přivádí chladicí kapalinu do hlavy motoru, všech hadic chladicí soustavy a vodního čerpadla. Většina hadic je spojena objímkami. Nátrubek je k hlavě válců přišroubován 2 šrouby. Nátrubek byl vyjmut i s těsněním. Následně jsem odejmul veškeré armatury vedoucí chladicí kapalinu k vodnímu čerpadlu. Odstředivé vodní čerpadlo je poháněno ozubeným řemenem přes řemenici, která je k čerpadlu přišroubována 3 šrouby. Po povolení řemenice následovalo povolení všech šroubů po obvodu čerpadla. Poté následovalo vyjmutí kompletního tělesa čerpadla z bloků motoru.

Nyní následovala demontáž soustavy odvětrání klikové hřídele. Do této soustavy patří odsávací hadice a odlučovač oleje společně s víkem a odváděcí trubicí. Odsávací hadici jsem demontoval obdobně jako hadice chladicí soustavy. Samotné víko bylo přišroubováno samostatnou maticí. Po sejmutí víka následovalo vyjmutí celého odlučovače oleje i s odváděcí trubicí. Veškeré tyto součásti jsou přišroubovány k bloku motoru pomocí matice na spodní části odlučovače. Odlučovač byl silně zanesen nečistotami, tudíž jsem dbal na opatrnou manipulaci s odlučovačem, abych si neznečistil pracovní prostor. Po vyjmutí odvětrací soustavy jsem odmontoval palivové čerpadlo.

„Odvětrání klikové skříně

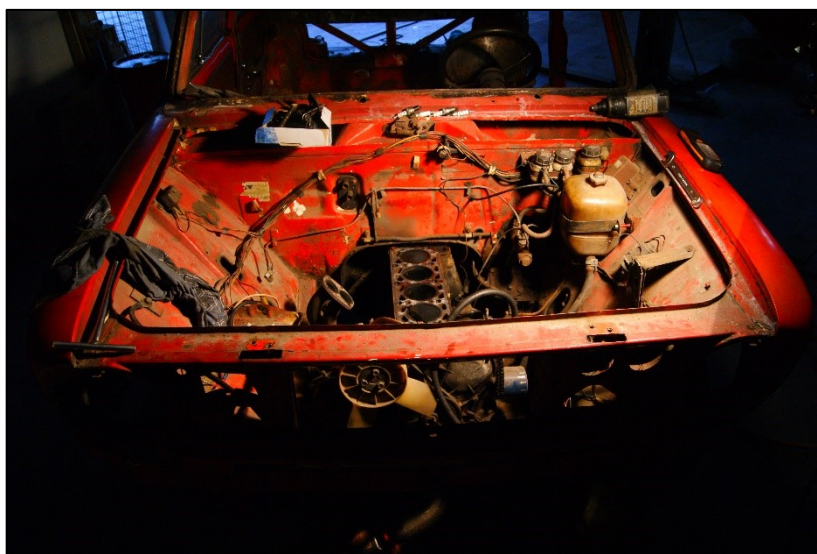
Produkty spalování, které i když v nepatrné míře pronikají netěsnostmi mezi pístními kroužky do klikové skříně, mohou způsobit přetlak v klikové skříni a unikání oleje těsněním. Pro odvodu exhalací z klikové skříně se u vozů VAZ použilo uzavřené soustavy odvětrávání. Odvětrávání zajišťuje přívod čistého vzduchu do klikové skříně a zároveň k odsávání plynů do sacího potrubí, kde se dále spalují, a tím se snižuje celkové množství škodlivých exhalací motorů. Odvětrací soustavu se doporučuje po ujetí každých 20 000 km pročistit.

celkové množství škodlivých exhalací motorů. Odvětrací soustavu se doporučuje po ujetí každých 20 000 km pročistit.“ [7]

4.5.1 Demontáž hlavy válců

Prvním krokem k demontování hlavy válců je demontování víka hlavy válců. Následovala demontáž napínáku rozvodového mechanismu, který se nachází na levé straně hlavy válců.

Pak jsem demontoval hnané kolo rozvodového mechanismu vačkového hřídele tak, že jsem uvolnil šroub s pojistnou maticí. Po tomto úkonu jsem vyšrouboval matice svorníků lůžkového tělesa vačkového hřídele a z hlavy válců jsem vyjmul ložiskové těleso společně s vačkovou hřídelí. Jako poslední krok bylo vyšroubování 10 šroubů M12x1,25, díky kterým hlava válců přiléhá k bloku motor, a vyjmul jsem hlavu válců.



Obrázek 21: Motor ve vozidle po demontáži hlavy válců

4.5.2 Demontáž klikového mechanismu

Nejdříve jsem si motor přetočil o 180°. Prvním úkon spočíval v demontáži olejové vany neboli spodního víka motoru. Olejovou vanu jsem demontoval po odšroubování všech 19 šroubů našroubovaných do bloku motoru po obvodu celé olejové vany. Olejovou vanu jsem uložil do předem připravené nádoby, kde jsem z ní nechal vykapat co největší množství zbytkového motorového oleje. Posléze následovala demontáž zubového olejového čerpadla. Po uvolnění upevňovacích šroubů jsem olejové čerpadlo vyjmul z motoru společně i se sacím košem. Následovala úplně poslední fáze k odstrojení motoru a tou bylo vyjmutí klikové hřídele společně s jednotlivými válci. Musel jsem si motor přetočit na bok, abych mohl válce vyjmout vrchní stranou motoru. Než jsem začal písty demontovat z motoru, nejdříve jsem povolil řemenici klikového hřídele, která pohání klínový řemen. Řemenice je s klikovou hřídelí spojena pomocí speciální matice, která se nazývá ozub. Matice je atypická tvarem, který umožňuje roztáčení motoru klikou.

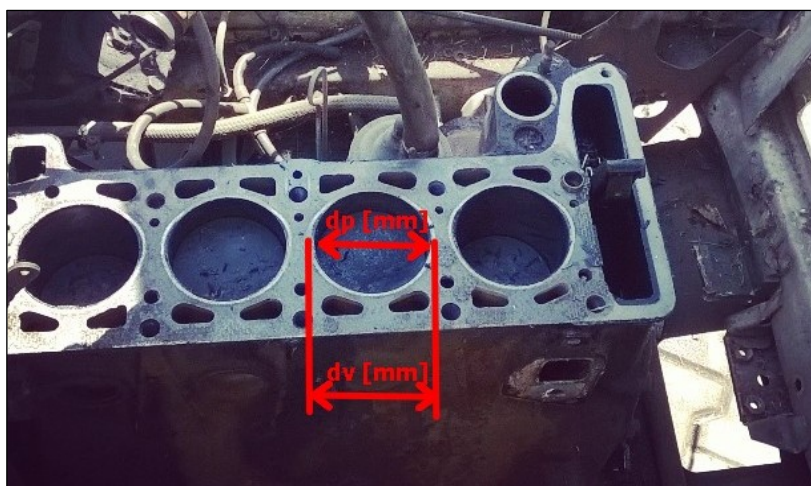
Odšroubování matice nebylo jednoduché a bylo zapotřebí speciálního klíče. Matice má normální pravotočivý závit. Po povolení šroubu a vyjmutí klíče jsem přešel k vyjmutí válců z motoru. Před samostatnou demontáží jsem si změřil orientačně vůle mezi písty a válci spádovou měrkou. Díky tomuto měření jsem zjistil aktuální stav motoru. Změřil jsem si vůli V_{pv} , kde podle rovnice 6

$$V_{pv} = d_{v_{max}} - d_{p_{min}} \quad (6)$$

kde podle výrobce:

$$V_{připustné} = <0,05 \div 0,07> [\text{mm}]$$

$$V_{max} \leq 0,15 [\text{mm}]$$



Obrázek 22: Průměr pístu a válce

Pokud by vůle byla větší než V_{max} musel bych provést výbrus motoru. U tohoto typu motoru je válec odlit přímo v bloku z legované litiny, proto se provádí výbrus v celém bloku. Naměřená vůle byla v přípustných mezích, tudíž se výbrus provádět nemusel. Při demontáži klikové hřídele jsem musel dávat pozor na víka hlavních ložisek klikového hřídele, které nejsou vzájemně zaměnitelná. Nyní následovala demontáž ojníc od čepů na klikovém hřídeli. Tím pádem jsem musel povolit dva šroubové spoje, díky kterým víko ojnice svírá klikovou hřídel k hlavě ojnice skrze ojnicí ložiska. Po povolení těchto šroubových spojů jsem jednotlivé válce vytlačil z motoru ze spodní strany. Ne ke všem maticím jsem měl dobrý přístup, tudíž jsem si přístup udělal natočením klikového hřídele. Jakmile jsem měl všechny čtyři válce z motoru vyjmuté, tak jsem přistoupil k samotné demontáži pístních čepů z pístu a ojnice. Po čepech jsem začal s demontáží klikového hřídele. Jako první jsem začal odmontovat samotný setrvačnický, který je s klikovou hřídelí spojen pomocí 6 šroubů.

Ze strany motoru, ke kterému je připevněná převodová skříň, jsem demontoval plechový kryt a hliníkové víko. Víko jsem demontoval z přední strany. Samostatná demontáž klikového hřídele byla jednoduchá. Kliková hřídel je s blokem motoru spojená na pěti místech. Na těchto místech stačilo povolit dva šrouby a vyjmout dotyčnou objímku. Mezi objímkou, klikovou hřídeli a blokem motoru jsou taktéž kluzná ložiska. Nyní jsem mohl vyjmout klikovou hřídel z motoru. Tímto krokem jsem měl motor kompletně demontován na jednotlivé konstrukční celky a mohl jsem započít kontrolu a renovaci jednotlivých konstrukčních celků.

4.6 Renovace konstrukčních celků

Nejprve jsem začal s renovací víka hlavy válců a schránkou pro vzduchový filtr. Tyto díly bývají poškozené velice zřídka. U těchto dílů jsem dbal pouze na čistotu a estetičnost. Z těchto dílů jsem nejprve odstranil původní nástřik a nečistoty způsobené provozem. Jako nejlepší nástroj pro čištění se mi osvědčila úhlová bruska s radiálním copánkovým kotoučem. Po následném důkladném odmaštění jsem jednotlivé díly nalakoval a po zaschnutí barvy uložil na bezpečné místo, kde by nedošlo k poškození čerstvého laku. Podobný postup jsem zvolil i u renovace sacího potrubí a svodů. Svody jsem z důvodu vysokých provozních teplot musel nastříkat barvou, která je těmto teplotám odolná.

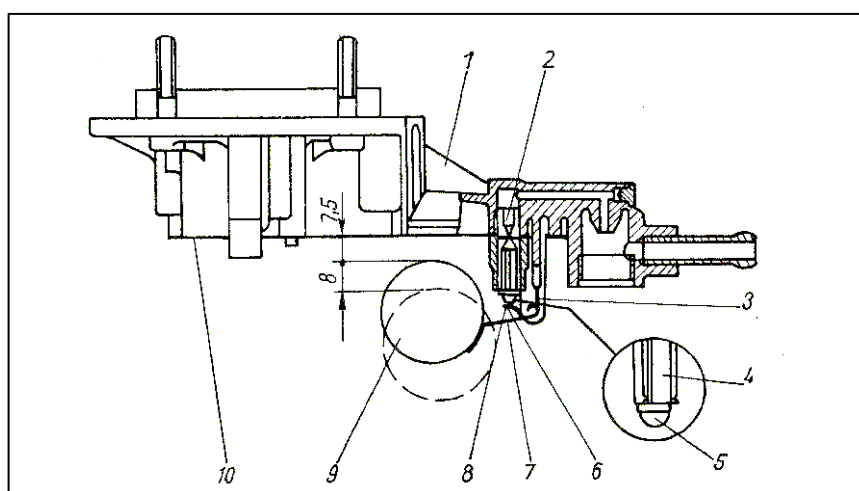
4.6.1 Renovace karburátoru

Karburátor je jedna z nejdůležitějších součástí motoru. Jeho nesprávné seřízení může zapříčinit špatné fungování motoru a následně špatný chod, vyšší hodnotu emisí a spotřebu paliva, která by se mohla vyrovnat velkoobjemovým automobilům ze zámoří. Jelikož karburátor Weber-32 DSR, montován ve vozech VAZ 2101, je konstrukčně velmi složitý, rozebíral jsem ho pouze do míry nezbytně nutné.

Jako první jsem odmontoval víko karburátoru. Součástí víka je taktéž plovák a jehlový ventil. Tyto prvky jsem z víka demontoval. Vyjmul jsem i palivový filtr ve formě sítka, které je ze spodní části víka umístěno pod šroubem. Pod víkem se nachází těsnění, které jsem si uschoval. Ve střední části karburátoru jsem vyšrouboval všechny vzdušníky. Vzdušníky jsem pročistil a zašrouboval zpátky, aby nedošlo k jejich ztrátě. Posléze jsem přešel na chemické vyčištění karburátoru. Toto čištění způsobí hlavně vyčištění karburátoru jak zevnitř, tak i z jeho zevnějšku. Karburátor jsem čistil v plechové nádobě, do které jsem nalil roztok benzínu a motorové nafty. Nečistoty jsem odstraňoval pomocí kartáče.

Při práci jsem samozřejmě používal gumové rukavice. Jakmile byl karburátor čistý, přistoupil jsem k jeho montáži. Při montáži jsem měnil veškeré těsnění u celků, které jsem demontoval. Opatrnosti jsem dbal u těsnění pod víkem karburátoru, u kterého jsem sledoval správnost děr. To je důvod, proč jsem zachovával staré těsnění. Namontoval jsem zpět palivový filtr, jehlový ventil a plovák. Plovák musel být správně seřízen. Plovák jsem seřizoval speciálním tyčí o průměru 7,5 mm. Víko karburátoru jsem položil do vertikální polohy.

Mezi plovákem a víkem v této poloze musí být právě 7,5 mm. Pokud tato míra není dodržena, je nutné ohnout závěs plováku. Poté následovalo úplné smontování karburátoru.



Obrázek 23: Seřizovací hodnoty plováku karburátoru [3]

4.6.2 Renovace hlavy válců

Renovací a opravu hlavy jsem předat odborníkům ve specializované firmě. Jako první pracovní úkon provedli test rovnosti hlavy pomocí rovného úhelníku. Po překontrolování následovala zkouška těsnosti hlavy tlakovou zkouškou. Pokud má hlava nerovnosti, provede se její srovnání. Dále bylo provedeno vyfrézování nových sedel ventilů a zkontrolovala se vůle ventilů ve vodítku hlavy. Na vodítka se nasadily nová gufera ventilů a nové ventily se zapravily do hlavy.

Po namontování zapalovacích svíček se provedla vizuální kontrola těsnosti ventilů nalitím benzínu do spalovací komory hlavy. Vzhledem k tomu, že benzín neprosakoval, renovace dopadla úspěšně

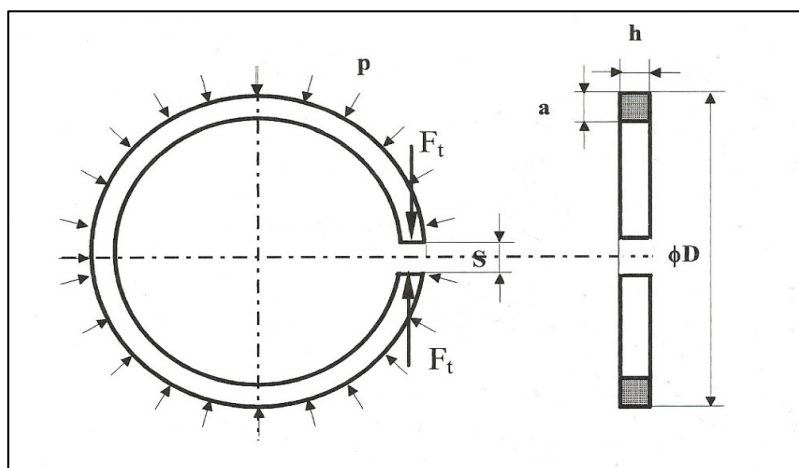


Obrázek 24: Zrenovovaná hlava válců

4.6.3 Renovace bloku motoru

Po zrenovování hlavy válců jsem zaměřil svou pozornost na blok motoru a jeho vnitřní součásti jako je klikový hřídel a válce s ojnicemi. Prvním úkonem jsem začal kontrolou jednotlivých celků. Při rozebírání klikového hřídele jsem prováděl dříve zmíněnou kontrolu vůlí mezi pístem a válcem. Podle zjištění vůlí se motor nemusel posílat na výbrus. U bloku motoru jsem dále provedl prozkoumání stavu stěn válců, zdali se na nich neobjevují rýhy. Při zjištění, že stěny jsou v pořádku, jsem započal vnější čištění bloku motoru. V rámci tohoto čištění jsem odstraňoval zbytky starých těsnění. Posléze jsem aplikoval nástřik barvy. Po zaschnutí barvy následovalo zapravení hlavních ložisek do bloku motoru podle rozměru výbrusu a zapravení překontrolovaného klikového hřídele. Ložiska jsem ihned dotáhl dvěma samojistícími šrouby. Na víkách hlavních ložisek jsou značky, podle nich jsem snadno přiřadil víka k příslušným ložiskům. Na toto jsem musel brát zřetel, neboť ložiska jsou nezaměnitelná. Dále jsem si zkontroloval axiální vůli klikového hřídele, která nesmí být větší než 0,35 mm. Pokud by vůle byla větší, musel bych provést vymezení vůle vložení vymezovacích kroužků mezi klikový hřídel a blok motoru. Tyto kroužky se vyrábějí v různých velikostech, a proto je možno tuto vůli vymezip. Hlavní ložiska jsem dotáhl momentem 82 až 86 Nm. Dále jsem provedl s opatrností montáž nového pístu na ojnic. Při montáži jsem sledoval značku na pístu vůči mazací dírce na ojnic. Jelikož u motoru VAZ 2101 je pístní čep napevno s ojnicí, musel jsem ojnicí nahřát. Pístní čep jsem si zapravil do speciálního přípravku a po nahřátí ojnice jsem pístní čep vmontoval do oka ojnice.

Dále byla provedena montáž nových pístních kroužků rozměrově přiřazených k rozměru válce motoru. Před montáží pístních kroužků jsem provedl kontrolní pevnostní výpočet.



Obrázek 25: Rozměry pístního kroužku

Tabulka 4: Naměřené hodnoty pístního kroužku

D	0,076	m
a	0,0034	m
s	0,00025	m
h	0,0015	m

Velikost měrného tlaku:

$$p = \frac{2 \cdot Ft}{D \cdot h} \quad (7)$$

$$p = \frac{2 \cdot 7}{0,076 \cdot 0,0015}$$

$$p = 0,122807 \text{ [Mpa]}$$

Poloměr těžištní osy průřezu pístního kroužku:

$$R = \frac{D - a}{2} \quad (8)$$

$$R = \frac{0,076 - 0,0034}{2}$$

$$R = 0,0363 \text{ [m]}$$

Maximální ohybový moment ve vetknutém prutu:

$$M_{o,MAX} = Ft \cdot 2 \cdot R \quad (9)$$

$$M_{o,MAX} = 7 \cdot 2 \cdot 0,0363$$

$$M_{o,MAX} = 0,5082 \text{ [N.m]}$$

Modul odporu příčného průřezu kroužku v ohybu:

$$W_o = \frac{1}{6} \cdot h \cdot a^2 \quad (10)$$

$$W_o = \frac{1}{6} \cdot 0,015 \cdot 0,0034^2$$

$$W_o = 2,89 \cdot 10^{-9} \text{ [m}^3\text{]}$$

Ohybové napětí:

$$\sigma_{o_1} = \frac{M_{o,MAX}}{W_o} \quad (11)$$

$$\sigma_{o_1} = \frac{0,5082}{2,89 \cdot 10^{-9}}$$

$$\sigma_{o_1} = 175,8478 \text{ [Mpa]}$$

Tabulka 5: Dovolené hodnoty pro pravoúhlé pístní kroužky

D [mm]	p [MPa]	F_t pro h=1 mm [N]	E [MPa]	a [mm]	D/a	σ_{o1} [MPa]	σ_{o2} [MPa]
30	0.25	3.75	100000	1.40	21.4	314	414
40	0.238	4.75	99800	1.85	21.6	303	407
50	0.220	5.5	99600	2.25	22.5	298	392
60	0.200	6.0	99400	2.70	22.2	270	387
70	0.186	6.65	99200	3.10	22.6	260	380
80	0.175	7.0	99000	3.50	22.9	250	371
90	0.167	7.5	98800	3.90	23.1	245	358
100	0.160	8.0	98600	4.30	23.3	237	360
110	0.151	8.3	98400	4.60	23.9	237	328
120	0.142	8.5	98200	5.00	24.0	226	332
130	0.135	8.8	98000	5.40	24.1	216	333
140	0.129	9.0	97800	5.70	24.6	215	314
150	0.124	9.3	97600	6.00	25.0	205	301
160	0.119	9.5	97400	6.40	25.0	205	301
170	0.113	9.6	97200	6.70	25.4	203	289
200	0.101	10.1	96500	7.70	26.0	189	275

Pevnostní výpočet potvrdil, že nedojte během provozu k poškození pístních kroužků, tudíž jsem přistoupil k montáži.

Všechny kroužky byly opatřeny symbolem TOP. Každý kroužek jsem musel nasadit na píst vždy tímto symbolem směrem nahoru. Po montáži pístních kroužků na píst jsem vmontoval písty i s ojnicí do válců pomocí speciálního přípravku.

Každý píst má značku v podobě písmena П, která musí ukazovat směrem k rozvodu motoru. Toto písmeno značí P v ruské abecedě. Dále jsem na ojnice provedl montáž ojničních pánví, které jsou rozměrově příslušné k výbrusu klikového hřídele. Ojnice jsem poté stáhl ojničními pánvemi, do kterých jsem vložil i nová ojniční ložiska. Pánve jsem dotáhl momentem 51 až 54 N.m.



Obrázek 26: Montáž pístních kroužků a válců do bloku motoru

Před montáží pístu, ojničních ložisek a hlavních ložisek jsem vše namazal motorovým olejem, aby nedošlo ke krátkodobému zadírání při prvním startu. Takto složený klikový hřídel s písty jsem zkusil ručně pootočit a zjistil jsem, že se motor točí přiměřeně volně. Poté jsem si nastavil píst prvního válce do horní úvratě. Na zadní část klikového hřídele směrem od spojky jsem namontoval nový těsnicí kroužek. Do bloku motoru jsem našrouboval nové olejové čerpadlo, které jsem měl ze zásob náhradních dílů.

Na klínek klikové hřídele jsem nasadil nové rozvodové kolo. Kolo musí klínkem ukazovat ke značce na bloku motoru. Nasadil jsem nový rozvodový řetěz. Dále jsem namontoval velké rozvodové kolo, které pohání rozdělovač a palivové čerpadlo. Toto drží na jednom šroubu M10 x 1,25 a je proti povolení jištěno podložkou, kterou jsem po dotažení momentem 48 až 50 N.m ohnul přes hlavu šroubů. Dále jsem namontoval novou napínací lištu rozvodového řetězu a šroub proti přeskočení řetězu. Takto připravený rozvod jsem zakryl rozvodovým víkem, do kterého jsem předem vmontoval nový těsnicí kroužek a nové těsnění pod víko a následně dotáhl. Po montáži víka jsem namontoval řemenici klikového hřídele. Řemenice má také značku, která musí ukazovat na značku na víku motoru.

S klikovým hřídelem nesmělo být otáčeno. Na takto připravený blok motoru jsem posléze namontoval zrenovovanou olejovou vanu společně s novým těsněním. Vana na motoru drží pomocí 19 šroubů M6 x 1 a ty jsem dotáhl momentem 8 N.m. Motor jsem si potom otočil o 180°. Dbal jsem na to, aby mi volný rozvodový řetěz nespádl do olejové vany. Na zadní stranu klikového hřídele jsem namontoval krycí plech setrvačníku, který je přitažen k víku gufera motoru dvěma maticemi M6. Po montáži krytu setrvačníku jsem vlastní setrvačnick přišrouboval. Setrvačnick musí být správně namontován, a to značkou směrem nahoru. Značka na řemenici klikového hřídele musí být proti značce na víku rozvodu. Toto musí být dodrženo, neboť setrvačnick je vůči klikovému hřídeli vyvážen z výrobního závodu. U takto připraveného motoru jsem mohl přistoupit k montáži hlavy válců.

4.6.4 Renovace rozdělovače

Renovaci samotného rozdělovače jsem zvládl svépomocí. Mezi hlavními prvky, které se v rozdělovači mění, jsou kontakty anebo kondenzátor. Po sundání víka rozdělovače jsem zjistil stav rozdělovače. Kontakty přerušovače nesmí být opálené. Pokud jsou, může být příčina jejich opálení v poškození kondenzátoru. Funkčnost kondenzátoru lze zjistit pomocí dvanáctivoltové žárovky. Kondenzátor zapojíme do série s žárovkou a autobaterií (akumulátor – žárovka – kondenzátor – akumulátor). Pokud se žárovka rozsvítí, kondenzátor by byl poškozený průrazem, a proto by se musel nahradit novým. Aby přerušovač správně fungoval, je velmi důležitá mezera mezi kontakty přerušovače, která má být v rozmezí 0,37 až 0,43 mm. Pokud tento interval není dosažen, musíme přerušovač upravit.

Veškeré části v rozdělovači byly v pořádku, tudíž jsem rozdělovač zrenovoval pouze vizuálně.

4.6.5 Renovace spouštěče

Funkčnost samotného spouštěče jsem vyzkoušel mimo motor. Spouštěč jsem přiložil na záporný kontakt autobaterie. Pomocí kabeláže jsem přivedl napětí na kontakt cívky spouštěče. U spouštěče je velice důležité, aby se dostatečně vysouval pastorek a aby měl požadované otáčky. U spouštěče jsem kontroloval stav pastorku, volnoběžky, uhlíků, komutátoru a v poslední řadě stav kluzných ložisek. Kluzná ložiska, cívku a uhlíky jsem vyměnil. Posléze jsem pročistil komutátor a celý startér vizuálně zrenovoval.

4.6.6 Renovace alternátoru

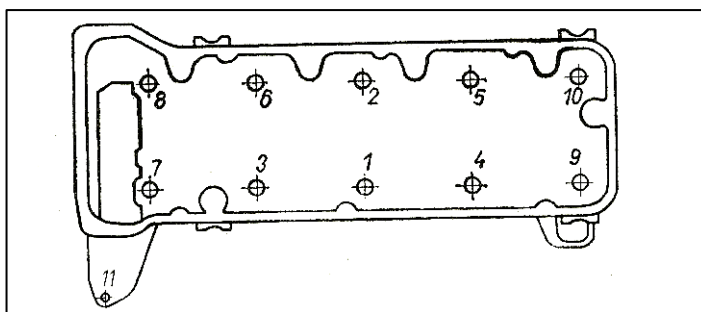
U renovace alternátoru jsem použil identický technologický postup jako u spouštěče. Byly vyměněny pouze sběrné uhlíky. A byla provedena vizuální renovace.

4.7 Montáž jednotlivých celků

U montáže jsem používal úplně nové šrouby, perovky, podložky a hlavně těsnění.

4.7.1 Montáž hlavy válců

Na připravený blok motoru jsem si nasadil těsnění a na něj hlavu válců, kterou jsem řádně usadil na vymezovací vložky, které jsou vloženy na bloku motoru. Našrouboval jsem 10 hlavních šroubů válců velikost M12 x 1.25. Dotahování hlavy válců jsem provedl podle obrázku a to nadvakrát. První dotahování jsem dotahoval momentem 40 N.m a druhé momentem 113 N.m.

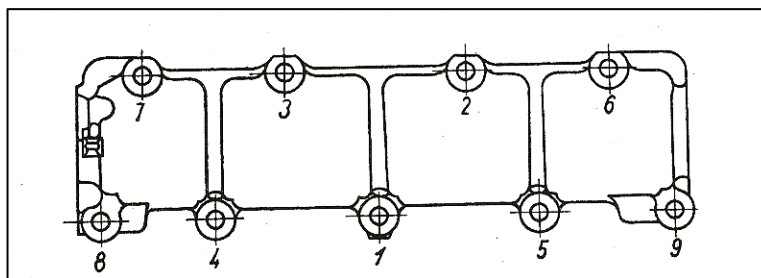


Obrázek 27: Pořadí dotahování šroubů v hlavě válců [7]

4.7.2 Montáž rozvodů

Na takto dotaženou hlavu válců jsem nasadil vahadla ventilů, které jsem důkladně zkontroloval, jestli nejsou poškozená. Dále jsem provedl vizuální kontrolu jednotlivých váček na vačkovém hřídeli. Posléze jsem překontroloval nastavení motoru, jestli se náhodou ryska na klikovém hřídeli nepotočila. Pokud by se potočila, musel bych znovu rysku nastavovat na první válec. Na rysku vačkového hřídele jsem volně položil rozvodové kolo, na kterém je značka, a tato značka musí ukazovat naproti značce, která je na obalu vačkového hřídele.

Takto nastavený vačkový hřídel jsem vmontoval do hlavy válců i s ložiskovým tělesem, který je k hlavě přišroubován 9 závrtnými šrouby M8. Těleso vačkového hřídele jsem dotáhl podle obrázku momentem 22 N.m.



Obrázek 28: Pořadí dotahování šroubů na vačkovém tělese [7]

Do rozvodového kola vačkového hřídele jsem nasadil řetěz a takto připravené rozvodové kolo jsem nasadil na nadstavený vačkový hřídel. Řetěz musí být na tažné straně napnutý. Rozvodové kolo jsem dotáhl stejným šroubem se zajišťovací podložkou, který je stejný jako u velkého rozvodového kola pro pohon rozdělovače. Dotáhl jsem ho momentem 49 N.m až 51 N.m. Do tělesa hlavy jsem namontoval nový napínák rozvodu i s těsněním, který je přitažen 2 maticemi. Takto namontovaný napínák jsem potom povolil. Po povolení napínáku se vlivem pružiny v něm automaticky řetěz natáhne. Na řemenici jsem použil klíč číslo 36 a klikovým hřídelem jsem otočil o dvě pracovní otáčky. Značky na klikovém hřídeli a vačkovém hřídeli musí po otočení být přesně v montované poloze. Značky souhlasily, a tak jsem napínák řetězu dotáhnul proti povolení řetězu. Dále u takto připraveného motoru jsem si nasadil nový repasovaný rozdělovač. Tento rozdělovač jsem si nastavil na zážeh prvního válce. U takto připraveného motoru jsem přistoupil k seřízení ventilové vůle. Pokud se mi ryska kryje s ryskou na víku rozvodu, nastavení proběhlo úspěšně. Ventilové vůle jsem seřídil pomocí dvou klíčů. Jedním jsem si přidržoval pojistnou matici a druhým jsem otáčel seřizovacím šroubem. Pro kontrolu jsem použil spádovou měrku tloušťky 0,15 mm. Tato tloušťka se používá jak pro sací, tak i pro výfukové ventily. Měrka se po správném seřízení musí těsně posouvat mezi vahadlem a vačkou. Po seřízení ventilů jsem nasadil renovované víko ventilu i s novým těsněním. Do setrvačníku jsem nasadil speciální zajišťovací trn a dotáhnul jsem samosvorné šrouby setrvačníku momentem 85 až 89 N.m. Dále jsem dotáhl matici řemenice klikového hřídele pomocí momentu 122 až 125 N.m. Do takto připraveného motoru jsem mohl nyní namontovat přítlačný talíř se spojovou lamelou, kterou jsem usadil pomocí vystředovacího trnu. Použil jsem zcela nové spojkové ústrojí. Přítlačný talíř jsem přitáhl 6 šrouby M8x1.25 dotahovacím momentem 30 N.m. Do motoru jsem namontoval repasované vodní čerpadlo i s novým těsněním a na čerpadlo jsem ihned přišrouboval i řemenici.

Následně jsem provedl montáž zrenovovaného alternátoru, nasazení nového klínového řemene, který jsem dostatečně napnul, a alternátor dotáhl. Na hlavu válců jsem nasadil nové těsnění sacího a výfukového potrubí a potrubí přitáhl. Na motor jsem nasadil nové benzínové čerpadlo z druhovýroby i s novým těsněním. Nyní jsem našrouboval na blok motoru olejový filtr, který je totožný s olejovým filtrem ze Škody Felicia 1.3 MPI. Na sací potrubí jsem namontoval karburátor a na něj schránku pro vzduchový filtr i s novým vzduchovým filtrem. Tímto jsem završil renovaci motoru a mohl přistoupit k renovaci ostatních částí vozidla.



Obrázek 29: Zrenovovaný motor VAZ 2101 na pracovním stole

4.7.3 Montáž zrenovovaného motoru do vozidla

Montáž motoru ještě nebyla mnou uskutečněna z důvodu nedokončených renovátorských prací na podvozku a karoserii vozidla. Budoucí montáž spalovacího motoru se bude provádět přesně v opačném pořadí jako demontáž. Nejprve bude motor opatrně zavěšen na hák jeřábu. Motor následně bude přiložen na nové pryžové členy. U pryžového členu na straně spolujezdce nesmí být zapomenuto na ochranný plech. Plech samozřejmě bude zrenovován i přesto, že dotyčný plech je naprostým detailem. Pryžové členy se spojí s motorem pomocí šroubů. Následovat bude montáž převodovky, která bude opět vypodložena hydraulickým zvedákem. Zvedák i převodovku zasuneme pod vozidlo. Pod vozidlo ulehne a začneme převodovku vyzvedávat. Převodovou skříň zasuneme do motoru. Právě z tohoto důvodu se do motoru dával aretační trn, který zajistil souosost dílů spojkového ústrojí. Pokud se nám nebude dařit, můžeme si pomoci pootočením hřídele na výstupu převodovky. Jakmile tento úkon bude úspěšný, převodovku přišroubujeme po obvodu k motoru. Namontujeme příčný nosník k převodovce a přišroubujeme kardanovou hřídel.

Našroubujeme válec spojky, natáhneme vypínací pružinu od vypínací vidlice spojky, zapojíme ukostřovací kabel a pohon rychloměru. Veškeré dotáhnutí šroubů překontrolujeme a můžeme opustit prostor spodní část vozu.

Nyní namontujeme startér i s ochranným krytem. K výfukovým svodům přišroubujeme výfukové potrubí i s novým těsněním. Opatrně zapojíme nové spojovací hadice přivádějící kapalinu do výměníku tepla. Do automobilu vložíme chladič i se stěnou a přišroubujeme. Nyní můžeme k řemenici čerpadla přišroubovat ventilátor. Ke chladiči připevníme přívodní a odvodní hadice a hadici pro přívod chladicí kapaliny k expanzní nádržce. K palivovému čerpadlu připojíme a dotáhneme benzínovou hadici. Další benzínovou hadici přivedeme a dotáhneme od čerpadla ke karburátoru. Ke karburátoru připojíme ovládací lanko sytiče a táhlo škrticí klapky. K alternátoru, spouštěči, spínači svítidel a k snímači teploty chladicí kapaliny připojíme kabeláž. K rozdělovači připojíme vysokonapětovou kabeláž a nízkonapětový kabel k zapalovací cívce. Do vozidla také umístíme baterii a zapojíme.

4.8 Ekonomická rozvaha

Ačkoliv renovace motoru a celkově vozidla byla prováděna pro vlastní potěšení, a nikoliv pro výdělek, je vhodné odhadnout předpokládané investice.

Očekávám, že výdaje za renovaci spalovacího motoru se budou pohybovat kolem 5 000 Kč za materiál. Náklady na kompletní renovaci vozidla jsem vyčíslil na částku 40 000 Kč. Nejvyšší položkou v plánovaném rozpočtu by mělo být lakování vozidla. Ceny těchto vozů se na trhu pohybují rozmezí 10 000 až 80 000 Kč. Předpokládám, že veškeré mé finanční prostředky neprijdou na zmar. V tabulce 6 jsou ukázány veškeré vložené finance.

Tabulka 6: Vynaložené finanční prostředky do motoru

Položka	Cena [Kč]
Pístní kroužky	890
Benzínové čerpadlo	564
Sada těsnění pro celý motor	466
4 litry motorového oleje 10W/30	800
Olejový filtr	132
Nové výfukové a sací ventily	1840
Renovace hlavy v odborné dílně	1500
Rozvodový řetěz	459
Napínací lišta	80
*40 hodin práce	12000
Suma	18732

*Předpokládáno 300 Kč/h

5 Zhodnocení a doporučení

S výměnou pístních kroužků se motoru opět obnovil výkon. Nyní vůz bude splňovat emisní limity dané vyhláškou č. 302/2001 Sb.

- Vzhledem k výměně olejového čerpadla se na motoru zlepšilo mazání.
- Díky renovaci motoru se zvýšila spolehlivost automobilu, dokonce se zvýšila i jeho cena

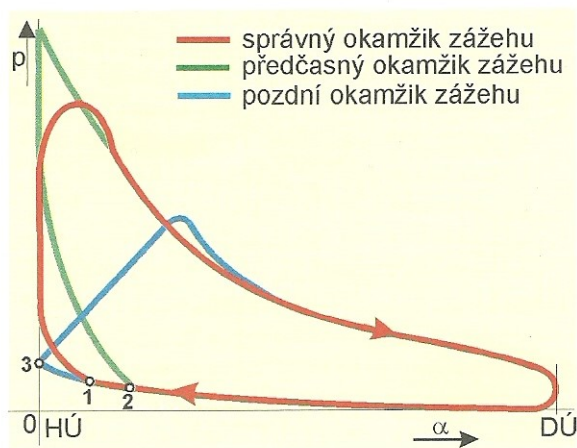
Každý, kdo v minulosti renovoval historický vůz, moc dobře ví, že renovování je činnost, která zabere velké množství času a finančních prostředků. Pokud se v budoucnosti rozhodnete renovovat vůz Lada Vaz 2101, měli byste si připravit minimálně 50 000 korun českých.

5.1 Provozní zkouška motoru

Nejprve si seřídíme základní předstih. Jako první bude demontována hlava rozdělovače. Paralelně s přerušovačem se zapojí kontrolní žárovka tak, že jeden vývod je zapojen na přívod nízkého napětí k přerušovači a druhý na hmotu rozdělovače. Zapneme zapalování. Spouštěcí klikou otáčíme klikovým hřídelem a sledujeme, kdy se při poloze ramínka rozdělovače na zapálení prvního válce rozsvítí kontrolní žárovka. V tom okamžiku zkontrolujeme polohu značky na řemenici klikového hřídele vůči značkám na víku rozvodu. Správná hodnota základního předstihu má být 5° až 7° před HÚ. Pokud hodnota nesouhlasí, pootočíme klikovým hřídelem do polohy, kdy značka na řemenici ukazuje na značku odpovídající úhlu 5° až 7° před HÚ. Zkontrolujeme, zda je výstředník ručního regulátoru v nulové poloze. Povolíme šroub, kterým je rozdělovač připevněn k bloku motoru. Pokud byl předstih větší, tělesem rozdělovače opatrně otáčíme ve směru hodinových ručiček, dokud se nám kontrolní žárovka nerozsvítí. Pokud byl předstih menší, otáčíme proti směru hodinových ručiček. Dotáhneme šroub, který upevňuje rozdělovač k bloku motoru. Pro kontrolu opět pootočíme klikovou hřídel a kontrolujeme rozsvícení žárovky. Případně doladíme pomocí ručního regulátoru. Poté nalijeme do expanzní nádržky chladicí kapalinu přibližně 6 cm nad značku MIN a uzavřeme ji. Do motoru nalijeme 3,75 litru oleje 10W/30. Skrze ruční pumpičku na palivovém čerpadle načerpáme do karburátoru benzín a vozidlo nastartujeme. Sledujeme kontrolku mazání, dokud nezhasne. Pomocí měrky zkontrolujeme stav oleje a popřípadě ho dolijeme, aby hladina oleje na rysce dosahovala do úrovně MAX na rysce. Nyní se zaměříme na seřízení karburátoru. Do výfukové koncovky zasuneme

analyzátor výfukových plynů. Při nastartovaném motoru, zahřátém na provozní teplotu, nesmí být směs chudá ani bohatá.

Volnoběh na karburátoru seřídíme na dorazovém šroubu volnoběhu a na regulačním šroubu bohatosti. Dorazový šroub volnoběhu nastavíme do takové míry, kdy jde motor pravidelně. Regulačním šroubem doladujeme tak, aby hodnoty na přístroji byly uspokojivé. Zkontrolujeme ještě motor, zda z něho neunikají provozní kapaliny.



Obrázek 30: Následky špatně seřízeného předstihu v ukázce na P- α diagramu [2]

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit metodiku renovace historického spalovacího motoru a aplikovat ji na spalovací motor z automobilu Lada Vaz 2101. Metodiku jsem v teoretické části rozdělil na několik etap. Tyto etapy zahrnují veškeré úkony, které jsou nezbytně nutné vykonat před zahájením renovace, tak i během renovace spalovacího motoru. V práci jsou uvedeny části motoru, u které musí být obvykle renovovány.

V praktické části jsem tuto metodiku aplikoval na vůz Lada Vaz 2101. V této části jsou popsány jednotlivé operace, které byly s vozidlem vykonávány krok po kroku. Praktická část je doplněna o fotografie, které byly pořízeny během jednotlivých úkonů během renovace. Díky těmto fotografiím je možné si představit co renovace dotyčného spalovacího motoru obnáší.

Každá renovace zabere velké množství času a financí. Proto je v této bakalářské práci zahrnuta i ekonomická rozvaha, která ukazuje veškeré finance investované do motoru. V ekonomické rozvaze je zobrazeno, kolik času jsem strávil prací na samotném motoru.

Ačkoliv zrenovovaný spalovací motor není umístěn ve vozidle, z důvodů nedokončených renovačních prací na karoserii a podvozku, jsou v bakalářské práci zmíněny činnosti, které budou následovat při prvním nastartování motoru. V této části bakalářské práce je hlavně popsáno, jak se seřizuje motor. Toto seřízení spočívá v úpravě předstihu a karburátoru. Tyto činnosti se provádí i během normálního provozu automobilu, a je nutné je opakovaně vykonávat během určitého nájezdu kilometrů. Tím pádem v této bakalářské práci najdou cenné informace všichni majitelé, kteří historická vozidla nejenom opravují, ale taktéž i provozují.

7 Seznam použité literatury

[1] GSCHEIDLE, Rolf. Tabulky pro automechaniky. Praha: Europa-Sobotáles, 2009. ISBN 978-80-86706-21-4.

[2] JAN, Zdeněk a ŽDÁNSKÝ, Bronislav. Automobily (3): Motory. Brno: Avid, spol. s r.o., 2009. ISBN 978-80-87143-15-5.

[3] ŠKODA, Ivan. VAZ 2101, VAZ 2102 Žiguli. 2. nezm. vyd. Bratislava: Alfa, 1975. Edícia dopravnej literatúry.

[4] KŘEN, Karel a Jiří KOŠTÁL. Moderní automobil v obrazech. Praha: Naše vojsko, 1972. Knižnice motoristy (Naše vojsko).

[5] ONOFREJOVÁ, Terezia a Alfred IVAN. Katalog náhradných dielov: VAZ-sedan 2101 Combi 2101. 2.vydanie. Nitranské tlačiarne,n.p.,Nitra: Alfa,vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury,n.p., 1972..

[6] Představení motoru 1,2 TSI [online]. Brno: Ústav automobilního a dopravního inženýrství, 2010 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.iae.fme.vutbr.cz/userfiles/beran/files/P%C5%99edstaven%C3%AD%20motoru%201,2%20TSI.pdf>

[7] TŮMA, Vlastislav. Údržba a opravy automobilů LADA 1200 (VAZ 2101), 1200 Universal (VAZ 2102), 1300 (VAZ 21011), 1500 (VAZ 2103), 1600 (VAZ 2106), NIVA (VAZ 2121), VAZ 2105, 21053, 2104. 4. dopl. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1978.

[8] Mezinárodní technický kodex FIVA 2015. Federace klubů historických vozidel [online]. Praha, 2015 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.fkhv.cz/news/mezinarodni-technicky-kodex-fiva-2015/>

[9] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Vypínání válců [online]. c2015 [citováno 23. 03. 2017]. Dostupný z WWW: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Vyp%C3%ADn%C3%A1n%C3%AD_v%C3%A1lc%C5%AF&oldid=12788028>

[10] HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů*. Vyd. 4. Brno: Littera, 2011. ISBN 9788085763614.

[11] BEDNÁŘ, Marek. Jak dlouho se co zahřívá v motoru? Termokamera za milion ukáže dva typy. In: *Autofórum.cz* [online]. Praha: MotorCom, 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/technika/jak-dlouho-se-co-zahriva-v-motoru-termokamera-za-milion-ukaze-dva-typy/obrazek/21>

8 Seznam obrázků

Obrázek 1: Namáhání na tah [1]

Obrázek 2: Namáhání na tlak [1]

Obrázek 3: Namáhání na střih [1]

Obrázek 4: Namáhání na krut [1]

Obrázek 5: Namáhání na ohyb [1]

Obrázek 6: Tlaky ve spalovacím prostoru

Obrázek 7: Nepohyblivé části motoru [5]

Obrázek 8: Tepelné namáhání výfukových svodů, na motoru Honda F20C, zobrazené na termokameře [11]

Obrázek 9: Klikové ústrojí [2]

Obrázek 10: Hlavní částí pístu [2]

Obrázek 11: Silové působení na pístní kroužky [10]

Obrázek 12: Namáhání pístního čepu

Obrázek 13: Schéma ojnice [2]

Obrázek 14: Částí klikového hřídele [2]

Obrázek 15: Druhy rozvodů [2]

Obrázek 16: Vůz Lada Vaz 2101 v předrenovačním stavu

Obrázek 17: Výkonová a momentová charakteristika motoru [3]

Obrázek 18: Vypouštění chladicí kapaliny do čisté obdélníkové nádoby

Obrázek 19: Rozdíl vytahování motoru v literatuře a ve skutečnosti [3]

Obrázek 20: Upevnění alternátoru [7]

Obrázek 21: Motor ve vozidle po demontáži hlavy válců

Obrázek 22: Průměr pístu a válce

Obrázek 23: Seřizovací hodnoty plováku karburátoru [3]

Obrázek 24: Zrenovovaná hlava válců

Obrázek 25: Rozměry pístního kroužku

Obrázek 26: Montáž pístních kroužků a válců do bloku motoru

Obrázek 27: Pořadí dotahování šroubů v hlavě válců [7]

Obrázek 28: Pořadí dotahování šroubů na vačkovém tělese [7]

Obrázek 29: Zrenovovaný motor VAZ 2101 na pracovním stole

Obrázek 30: Následky špatně seřízeného předstihu v ukázce na P- α diagramu [2]

9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry motorů [3] [6]

Tabulka 2: Povolené emisní hodnoty jednotlivých motorů

Tabulka 3: Parametry motoru Lada Vaz 2101 [3]

Tabulka 4: Naměřené hodnoty pístního kroužku

Tabulka 5: Dovolené hodnoty pro pravoúhlé pístní kroužky

Tabulka 6: Vynaložené finanční prostředky do motoru

10 Seznam příloh

Příloha 1: Podélný řez motoru

Příloha 2: Příčný řez motoru

Příloha 3: Příprava vozidla před renovací

Příloha 4: Renovační práce na karburátoru Weber 32 DSR

Příloha 5: Zrenovovaný spouštěč

Příloha 6: Demontáž hlavy válců

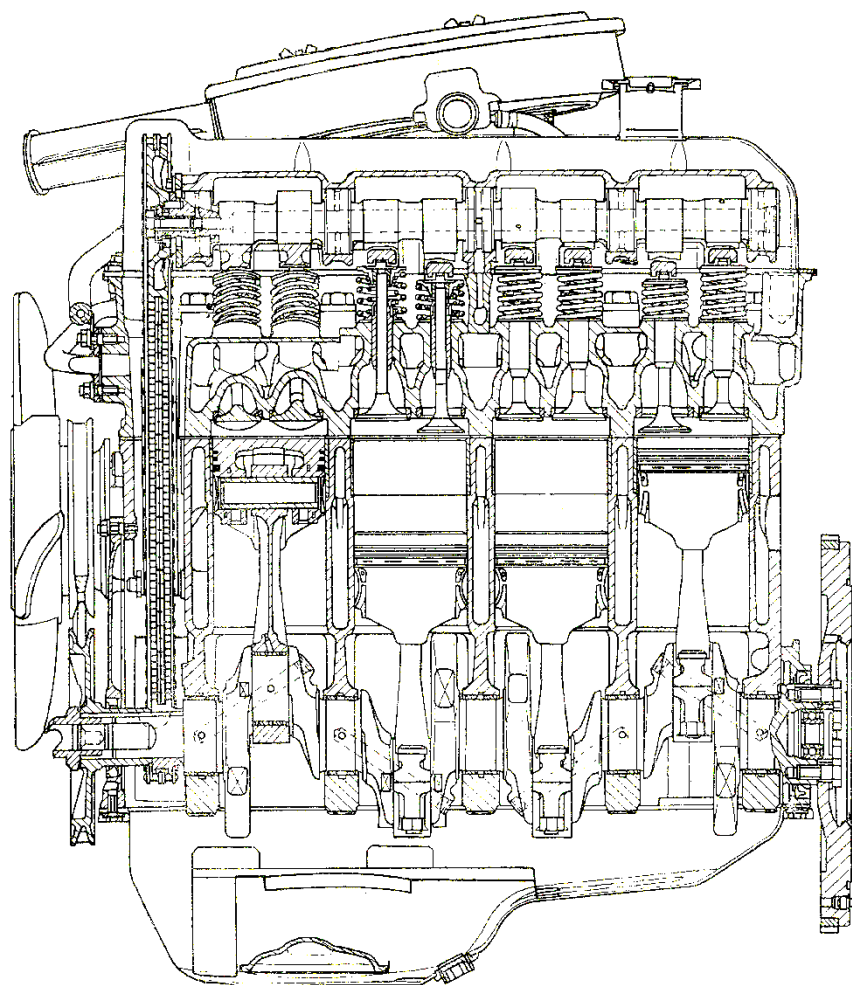
Příloha 7: Aplikování barvy na bloku motoru

Příloha 8: Montáž hlavy válců, rozvodů a zadního víka

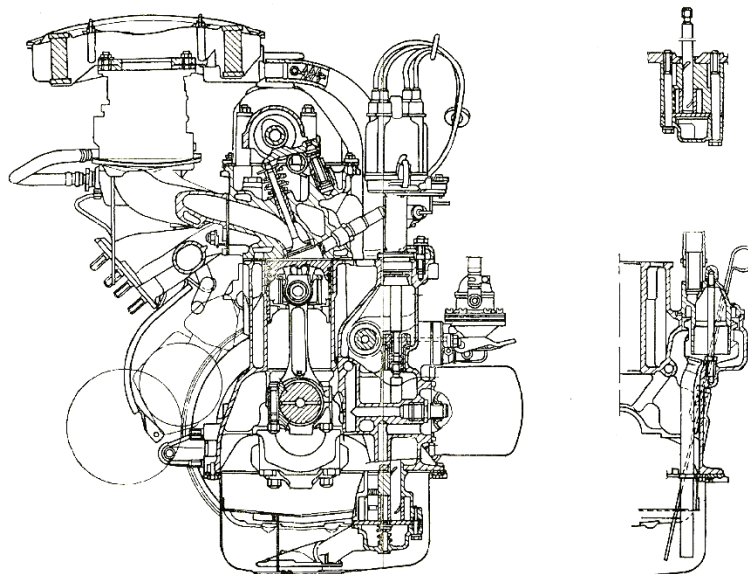
Příloha 9: Zrenovovaný motor, včetně aretačního trnu

11 Přílohy

Příloha 1: Podélný řez motorem



Příloha 2: Příčný řez motoru



Příloha 3: Příprava vozidla před renovací



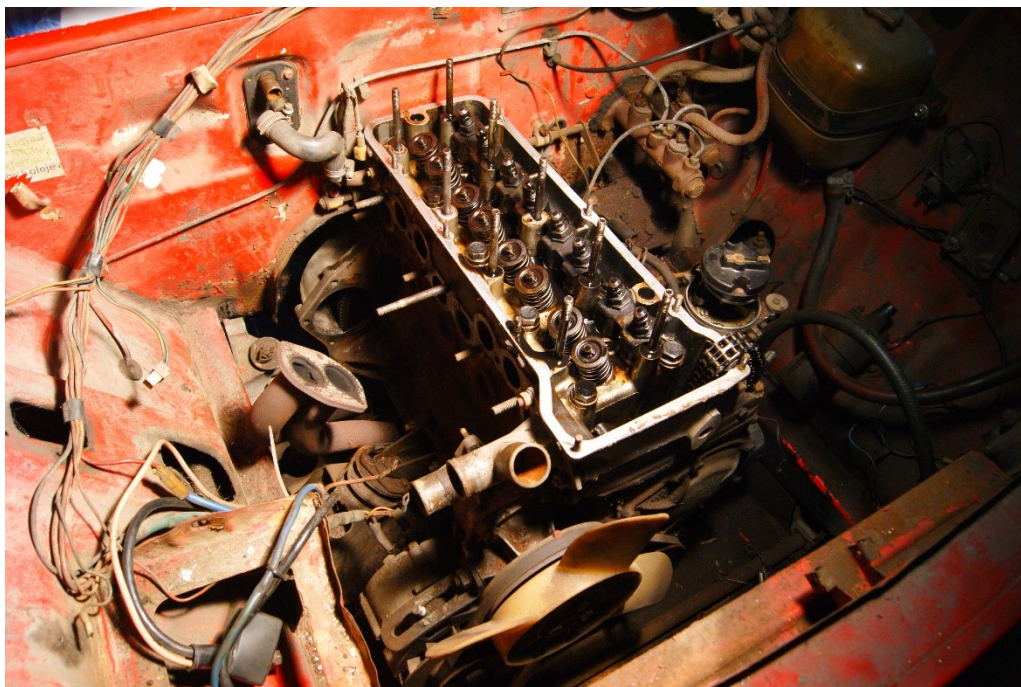
Příloha 4: Renovační práce na karburátoru Weber 32 DSR



Příloha 5: Zrenovovaný spouštěč



Příloha 6: Demontáž hlavy válců



Příloha 7: Aplikování barvy na bloku motoru



Příloha 8: Montáž hlavy válců, rozvodů a zadního víka



Příloha 9: Zrenovovaný motor, včetně aretačního trnu

